no. 1

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
CHARLOTTENLUND SLOT – DANEMARK

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. XII · NO. 1

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR

E. S. RUSSELL

151460

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

AVRIL 1937

Notice.

The Journal of the Council appears *three times a year,* and three numbers form a volume. It includes, in addition to general articles, reviews, and bibliography, the special papers previously issued in the series of *Publications de Circonstance.*

The annual subscription price is 12 Kroner (+ Kr. 1·90 for mailing expenses) a volume, which includes, if desired, a reprint of the bibliographical matter, printed on one side of the paper. Single copies are sold at Kr. 4·50.

Orders for copies should be sent to **Messrs. Andr. Fred. Høst & Søn, Bredgade, Copenhagen.**

Correspondence, books and papers for review or bibliographical notice, and all contributions to the Journal, should be addressed to the **Assistant Editor, Journal du Conseil, Fisheries Laboratory, Lowestoft, England.**

BUREAU DU
CONSEIL INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
Charlottenlund Slot, Charlottenlund

Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer.

Copy for publication in the Journal should be addressed to the Assistant Editor, Journal du Conseil, Fisheries Laboratory, Lowestoft, England. All contributions must be in the English, French, German, or Spanish language.

General and scientific articles should be accompanied by a summary, preferably in one of the four languages other than that in which the main part is written. General articles and reviews, asked for by the Editor, are paid for at the rate of Kr. 10 a page. The payment for a general article shall not exceed Kr. 200. No payment is made for other articles. Authors of articles will receive 50 copies of their paper gratis.

Reviews should not exceed 600 words in length (one page). Reviewers are asked to give bibliographical details of the papers reviewed, in the following order: — Author: Title of paper; Name of publication, volume, and number; Number of pages, text figures, plates, etc.; Publisher's name (in the case of a book); Place and year of publication.

Preparation of Copy for Press. Contributors should submit type-scripts and figures in a state fully prepared for press, according to the instructions which follow, in order that the costs of proof correction may be reduced to a minimum, and no expense be incurred by the Council in re-drawing any figures.

1. All contributions should be type-written, on one side of the paper only.

2. Diagrams should be prepared in waterproof Indian Ink (Encre de Chine) on Bristol Board or other perfectly smooth, white paper or card. No erasures should be made. Shading should be limited to the minimum necessary, and when used the shading lines should be kept open. Fine and dotted lines should be drawn boldly. Lettering should be inserted only in pencil: the block-maker will fill in the definitive lettering.

Diagrams should, if possible, be twice the diameter required, and when reduced should occupy a maximum space of 18 cm. in length and 11 cm. in width, including the space for the legend. The shape should be such as to fit easily into the page. The size to which drawings are to be reduced should be noted in pencil on the originals.

Charts and curves may be drawn to advantage on graph-paper ruled in pale blue lines, as these do not appear in photographic reproduction.

3. For satisfactory reproduction of photographs a good glossy bromide print is required, and all added matter, such as reference letters, arrows, numbers, etc. should be drawn either on tracing paper attached to the back of the print and folded over the front, or on the face of the photograph. In the latter case a duplicate print without the added matter should be supplied.

Legends for figures or photographs should be type-written on a separate slip of paper fastened to the appropriate figure.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/ices-journal-of-marine-science_1937-04_12_1

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
CHARLOTTENLUND SLOT - DANEMARK

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. XII · NO. 1

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR
E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

AVRIL 1937

IMPRIMERIE A/S L. IHRICH .

Some Features in the Migration of Cod.

By

Å. Vedel Tåning.

THE migrations of fish, hidden as they are from the eye in most cases, but showing themselves at times and places with extraordinary clearness, have from earliest times attracted the attention, not only of fishermen, but of all interested in natural phenomena, and have given rise to many theories and fantasies. The phenomena are indeed of such great biological interest, with many fascinating points regarding the behaviour of fishes, that it is easily understood why so many investigators have spent time and research on them. But, though many single problems connected with the wanderings of fish have been elucidated in the course of time, it must be admitted that a long time will pass before we have attained the deeper understanding of the main problems presented by the study of fish migrations.

The methods available for the investigation of the migrations in time and place, may be summed up under the following headings: (1) direct observation of the migrations, which in the case of sea fish can only give very limited results; (2) close study and comparison of certain meristic and other characters in races, populations, etc. (race investigations, study of scales, otoliths, etc.) to determine whether exchange takes place between different areas; these studies were expected to make a great advance in the investigation of fish migrations, but have proved to be of distinct value only in certain restricted fields; (3) the experimental method, including especially the marking of individual specimens; this likewise has its limitations, but has, for example, this advantage over the others, that the information obtained concerning the migration of individual specimens is so reliable as to be of the utmost importance in such researches.

In the following pages, using especially the cod marking experiments carried out by Danish workers in the north-western Atlantic, I shall endeavour to give an outline of the main features of the results concerning the migrations of cod, and refer, among other things, to important points in the methods of marking.

Historical remarks on marking of sea fish.

With the introduction of individual marking as a means to the study of animal migration, these investigations towards the end of last century were led into more precise, scientific lines and thus have produced considerable results, which have widened our knowledge regarding certain phases of the migration. This holds good with regard to fish and birds, as well as various other groups of animals.

With regard to freshwater fishes, from which recaptures might be expected owing to their restricted habitats, it appears that marking experiments were already carried out in the seventeenth century; the obvious case of the salmon gave rise to these primitive experiments, in which bands or the like were bound round the tail of the fish (mentioned by Izaak Walton, 1653); the marking of salmon was also undertaken later, for example, in the middle of the nineteenth century. But even in the case of the salmon and other freshwater fish the experiments did not attain a generally recognized, useful or scientific method until towards the end of last and beginning of this century.

It is of interest to note that almost the same development is shown in the marking of wild birds. After H. Chr. C. Mortensen's experiments in Jutland in 1899 and following years on the marking of birds with special rings, similar work was carried out by Thienemann (Rossitten) and many others; but a study of past literature has revealed that various persons had already endeavoured much earlier to mark wild birds in the hope of finding them again, for example, Johann Leonhard Frisch about 1740; but it was not until Mortensen's experiments were carried out that the method was generally accepted as of use. Just as these efforts brought the marking of birds to a useful stage, the acceptance of similar methods gave rise to the marking of salt-water fish almost about the same time.

So far as I have been able to determine, T. Wemyss Fulton was the first to publish a paper dealing with the sea-fish marking experiments on a scientific basis; in March to November 1888 he marked the first fishes in the North Sea, and in the following years (up to 1892) he marked in all about 4,000 specimens, including also the cod, in Scottish waters, various types of marks being used with serial numbers on them; in 1890 and 1893 he published his first results, which thus made the methods known ("Experiments on the migratory movements of seafish" and "An experimental investigation on the migrations and rate of growth of the food fishes"). A brief reference was also made to the experiments on p. 16 of the "8th Annual Rep. Fishery Board for Scotland 1889 (1890). III", where it is mentioned that marking experiments similar to Fulton's had also been made in Denmark; the probability is that C. G. Joh. Petersen and Fulton had discussed these experiments together. In 1893, after various earlier experiments, Petersen marked about 1,000 plaice in the Limfjord with marks, later to become those in general use

(Petersen's model) and in 1894 he published his first summary of these experiments ("On the labelling of living Plaice").

A few years after the experiments of Fulton and Petersen, Hugh Smith planned an extensive marking of the cod on the east coast of America (1897—1901), but these experiments, presumably owing to the place of marking (supracaudally) and possibly also to the mark used (copper and copper wire), showed no recaptures after the comparatively short period of 1½ years.

It was not until the founding of the International Council for the Exploration of the Sea, however, that the marking of sea fish became more generally used in the study of the migrations of fish, and in the years 1904—1913 considerable progress was made with the marking of economically important species. Then came an interruption until the work was taken up again after the war. Though many fish have been marked, yet these experiments, owing mainly to the limitations imposed by their cost in the case of sea fish, have dealt with far smaller numbers than the bird marking experiments undertaken in many countries, and which certainly must now amount to some millions. Of fishes only the economically important species have yet been marked to any great extent; the non-economical species, for the reason mentioned, among others, have not been the subject of any general experiments.

With regard to the cod *(Gadus callarias)*, which we shall consider more closely here, about 135,000 specimens in all have been marked in the North Atlantic and adjacent waters, so far as it has been possible to determine from available publications and personal application for information. The Pacific cod, on the other hand, has not been the subject of marking experiments, so far as known.

Along the European continent from the North Sea to the Barents Sea, with their adjoining inner waters, about 15,350 have been marked, whilst an additional 20,000 or thereabout are said to have been marked recently by Russia in the Barents Sea; at the Faroe Islands about 6,850 have been marked, at Iceland (including Jan Mayen) about 8,300, and at Greenland about 10,400; lastly, on the American side of the Atlantic (Labrador, Newfoundland, Canada, and U. S. A.) about 75,000 cod have been marked.

The majority have been marked by the U. S. A. (ca. 53,500), Denmark (ca. 26,400), Russia (ca. 20,000?), Canada (ca. 12,800), Norway (ca. 10,800), and Newfoundland (ca. 8,400). In certain regions, for example, the Baltic and large parts of the North Sea far too few markings of cod have so far been made.

Remarks on the methods used in marking Cod.

It is beyond the scope of this article to describe in any detail the methods and technique of marking, but a few points may nevertheless be noted in connexion with the marking method used in the north-western areas of the Atlantic.

Both the place of attachment and type of mark have varied extremely in the marking experiments on cod in European and in American waters.

For example, attempts have been made at fixing the mark at the base of the three dorsal fins and the two anals, at the base of the caudal (both supra- and infracaudally) by means of a metal wire bound round the cauduncle, piercing the skin on the dorsal side of the fish, or passed through the gill-cover; the mark has also, in the more recent American experiments, been placed in the abdominal cavity, introduced through a slit.

The marks have been made of metal (bronze, aluminium, copper, tin, and silver) or of bone, ebonite, and celluloid, and several different types have been used. Of the types used[1]), those in which a plate is

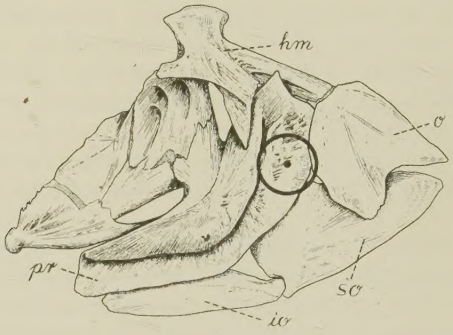


Fig. 1. Opercular bones of Cod. Supposed best position of mark in pre-operculum *(pr.)* indicated.

fixed by means of a thin metal wire (e.g., by Fulton, 1893, and Hugh Smith, 1902), have given but modest results; poor results have also been obtained from a mark of similar make to that used in marking cattle, and which was attached to the root of the caudal fin (e.g., Schroeder, 1931, Figs. 3—4). On the other hand, the best results have been obtained by the use of marks, often used also on other fish, consisting of two discs (of silver, bone, or ebonite) connected by means of a silver wire; in many of the experiments, where this mark has been attached to the gill-cover, the results seem to have been good, and best so long as codling have not been used. But the method of attachment has undoubtedly a good deal of importance, since the silver wire must go through a part of the gill-cover from which it cannot fall out through rubbing (see Fig. 1), whilst the two discs must be fixed pretty firmly, though not too tightly to begin with, on each side of the membrane. In Denmark from 1925 onwards we have used two ebonite discs connected by a silver wire, carefully fixed in the

[1]) With regard to the many types of mark see "Journal du Conseil" Vol. VII, 1932, pp. 133—165 and Graham 1929.

thicker part of the gill-cover by means of a special marking needle (Tåning, 1933). For larger cod especially this method seems to be better than others which have been tried, the marks remaining attached up to 8—10 years. But it would be of advantage if experiments with marked cod were made in large aquaria, with different types of marks attached in various ways, and also for longer periods, since experiments of this kind have so far only been made to a small extent (Graham, 1929, who gives a valuable summary of the methods used in marking round fish).

Until we have reached the stage of using standard marks, which have been proved superior to all others by experiments in aquaria, for example, in regard to type, material, and method of attachment, a comparison of results from different regions will be uncertain. Provisionally, however, until more accurate data are available, we may overlook this shortcoming in the experiments, though noting that there is a most important point here in the method, which requires further clearing up.

In the investigation of migrations based on marking experiments it is clearly of the utmost importance that the marks used should remain attached to the fish for a long period, preferably throughout the whole life of the fish, from the time of marking till death. Even though we have various examples which show that marked fish can live for many years with the mark well preserved — a cod marked at East Iceland in July 1904 was recaptured at South Iceland in the spring of 1913 (cf. Sæmundsson, 1913, p. 34) and a second marked in the summer of 1926 at Kapsigdlit in Godthaab Fjord in West Greenland was retaken at the same place in the summer of 1935 — yet such individual cases should not be taken to indicate that the type of mark used will generally remain attached to the fish for the rest of its life. We know with certainty, for example, that certain marks in a very large number of cases are lost within a relatively short period (cf. Schroeder, 1930, pp. 12—14). I have felt it, therefore, as an obligation on me to determine whether the Danish cod marking experiments in northern waters have employed a method which may be considered better than those generally used hitherto. The fact, however, that we have obtained not a few recaptures up to 4—5 years after marking, and some even 8—10 years thereafter, justified the conclusion that the method must be fairly satisfactory. But even greater assurance of this is obtained from a closer examination of certain of the results from the Greenland marking experiments, which have now been carried out over a long period and thus permit of more general conclusions. As the purely technical basis of the marking experiments is of extreme importance, I may here deal more closely with this side of the matter.

The cod at West Greenland only become mature at a length of about 70 cm.; indeed, at a greater length in the case of many individuals. The migration from West Greenland to the spawning places at Iceland, which we shall discuss in more detail later, thus takes place only when

the cod have reached this length of about 70 cm. or more; but it appears that cod of 100 cm. and more do not in general migrate from Greenland to Iceland in order to spawn. The majority of the migrating cod thus fall within the lengths of 70 to 100 cm. We may now consider the distribution of the percentage recaptures of cod which have migrated to Iceland, taking account of the above-mentioned limit for mature

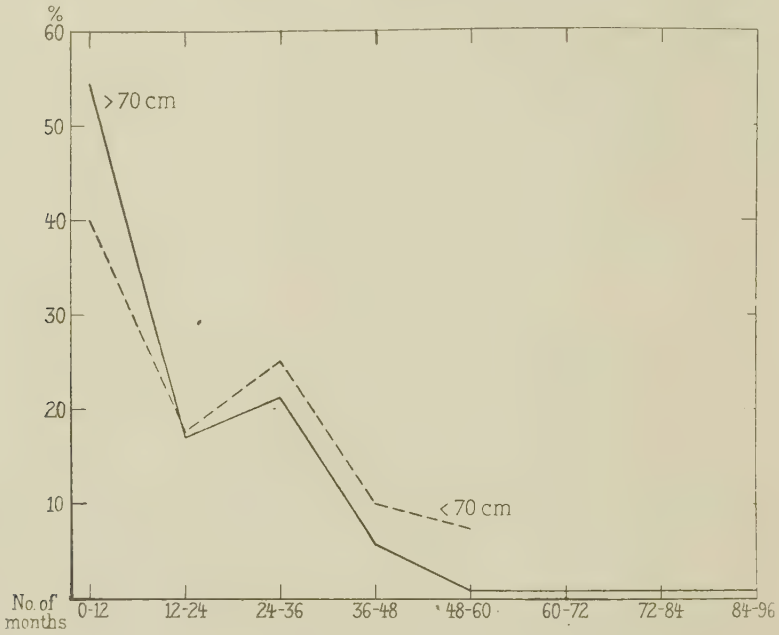


Fig. 2. Cod marked at West Greenland (1926—1933) and recaptured there. Percentage of recaptures in 12-monthly periods.
——————— – Curve representing Cod > 70 cm. initial length
– – – – – – – – „ „ „ < 70 cm. „ „

and immature fish. In all the years 1926—1933 the same method of marking has been used at Greenland, and in these years 3,595 specimens over 70 cm. have been marked, and 2,380 specimens under 70 cm.

The recaptures were distributed as shown in the following table.

Size	Number marked: West Greenland 1926—33	Number and % recaptured: West Greenland	Number and % recaptured: Iceland
> 70 cm.	3595	121 — 3·4 %	163 — 4·5 %
ca. 45—70 cm. ..	2380	41 — 1·7 %	60 — 2·5 %

As will be seen, the percentage of recaptures is lower at Greenland than at Iceland, undoubtedly chiefly due to the very different intensities of fishing at the two places; further, the percentage of cod below 70 cm. on marking, which have been recaptured, is only about half

that for the large cod, partly due to the fact that the fishermen at Greenland fish mainly for large cod and partly because the smaller cod are more liable to fall a prey to other predatory fishes and the like; perhaps also because the loss of marks is greater for this group of cod.

Closer consideration of the material with regard to the percentage distribution of the recaptures according to the time the individuals have been in the sea, gives an interesting result, as shown in Figs. 2

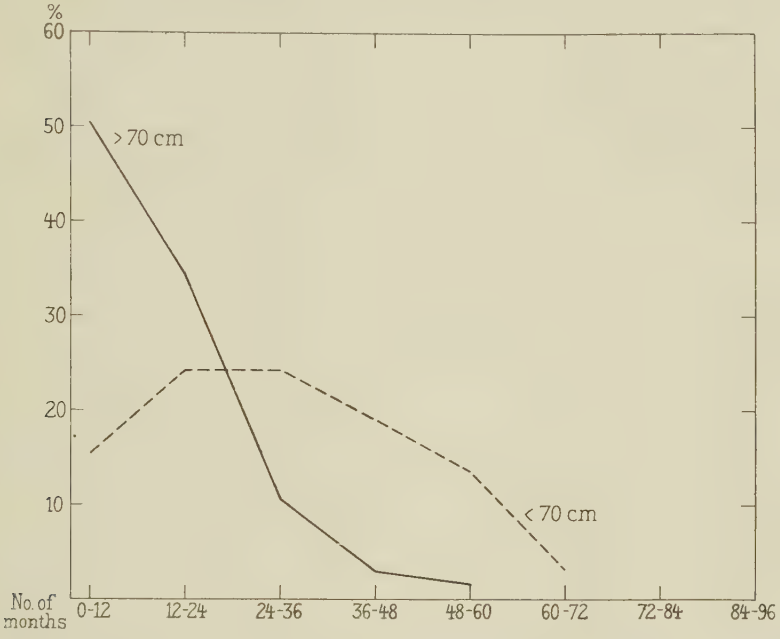


Fig. 3. Cod marked at West Greenland (1926—1933) and recaptured at Iceland. Percentage of recaptures in 12-monthly periods.
———————— Curve representing Cod > 70 cm. initial length
— — — — — — — — „ „ „ < 70 cm. „ „

and 3. The relative recaptures for each twelve months of the cod which have stayed at Greenland (Fig. 2) is almost the same for the sizes above and below 70 cm., whereas something quite different is seen in the curves for cod which have migrated to Iceland (Fig. 3). For the cod larger than 70 cm. on marking (thus mature or nearly so) we have a sharply descending curve, beginning with 50 % of the recaptures within the first 12 months, after marking, then about 34 % in the next 12 months, then about 10 % and thereafter in the following periods only small numbers. The course of the curve for the cod smaller than 70 cm. on marking is quite different, first a rise, then for a couple of years a horizontal course and then an even fall; the cod in this group were not yet mature on marking; only in the course of the years following the marking have they become ripe in succession

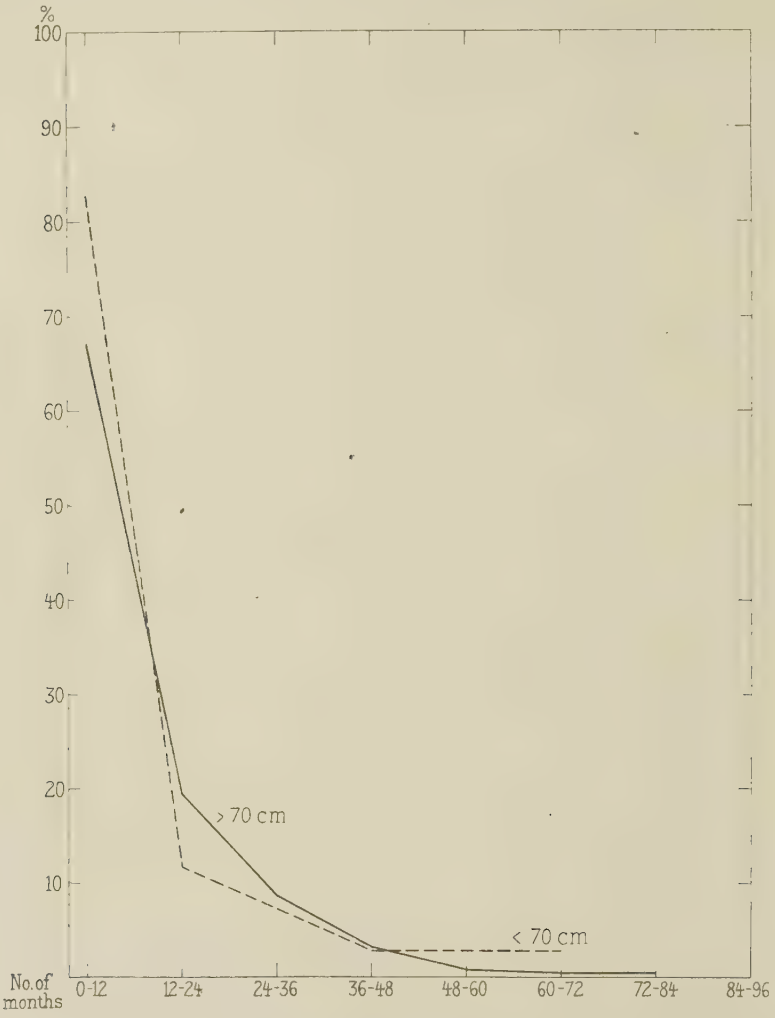


Fig. 4. Cod marked off South-West Iceland 1929—1933. Percentage of recaptures in 12-monthly periods.
——————— Curve representing Cod > 70 cm. initial length
— — — — — — — „ „ „ < 70 cm. „ „

and then proceeded on the long journey to Iceland; lastly after 5—6 years this source of migrants to Iceland dries up, as the cod of this group either fall a prey to natural enemies or gradually attain the size-groups which more seldom undertake the migration to Iceland.

In the results of these marking experiments over a long series of years we have most valuable support for the conclusion that the method employed is useful. If the marks were gradually lost in large numbers, the curves for the migrants larger and smaller than 70 cm. should pursue

approximately the same course as, for example, the curves in Fig. 2; but the very characteristic difference between the two curves in Fig. 3 shows just that the marks are not lost to any great extent during the first years. Nature here, so to speak, has itself performed a laboratory experiment on a large scale, since the small fish, only as they become mature in the course of the years, leave West Greenland to appear in relatively large numbers at the spawning places of Iceland, where their larger companions are now extremely few in number, because they were already mature or very near to maturity at the time when the whole lot were marked at West Greenland.

Comparing now the curves for cod marked and recovered at Greenland with the corresponding curves for the cod marked and recaptured at Iceland (Fig. 4), we find for the latter the same gradual decrease as at Greenland for both the fish larger than 70 cm. and those smaller than 70 cm.; here naturally we do not find the interesting curve as in Fig. 3, since the small cod at Iceland are not, so to speak, kept back a number of years, like those which migrate from Greenland over to Iceland, before they make their way to the fishing grounds, but constantly run the same risk of capture as the older fish. [Of the cod marked at South Iceland in spring 10·1 % of recoveries were large fish (>70 cm.) on marking, 11·8 % small (<70 cm.); on the north and east coasts of Iceland the corresponding numbers for cod marked in summer were 22·5 % and 26·3 %.]

In this connexion also it is of interest to consider some curves showing the relative distribution for each 12 months of the recaptures in marking experiments carried out with the same methods in three widely different regions, namely, at the Faroes, Iceland and Greenland. We know that the fishing intensity is extremely different at the three places, very high at the Faroes, very low at Greenland, whereas the fishing at Iceland occupies an intermediate position in this respect. This is seen, for example, from the recapture percentages in the total, summed-up experiments since the war in these three areas; at the Faroes ca. 25 %, at Iceland ca. 12 %, and at Greenland ca. 6 % (of which, however, ca. 3 % were at Iceland). The numerous age-investigations made in the three regions also show this feature very distinctly in the age-composition of the stock of cod; at the Faroes a great decrease begins to show itself already with the 6 to 7-year-old fish, whilst the Iceland region shows large year-groups right up to 13 or 14-year-old fish, and at Greenland even older fish occur in fair numbers in the catches.

If we consider now the curves (Fig. 5) which only include material of cod larger than 70 cm. on marking, we see that these in their very different degrees of steepness clearly indicate the condition mentioned, and thus likewise afford valuable information regarding the trustworthiness of the marking method used. If, for example, we concluded that the steep fall in the curves for the Faroes indicated that the cod in the sea lost their marks in large numbers, there would naturally be no reason for not concluding that the same held good for Iceland and

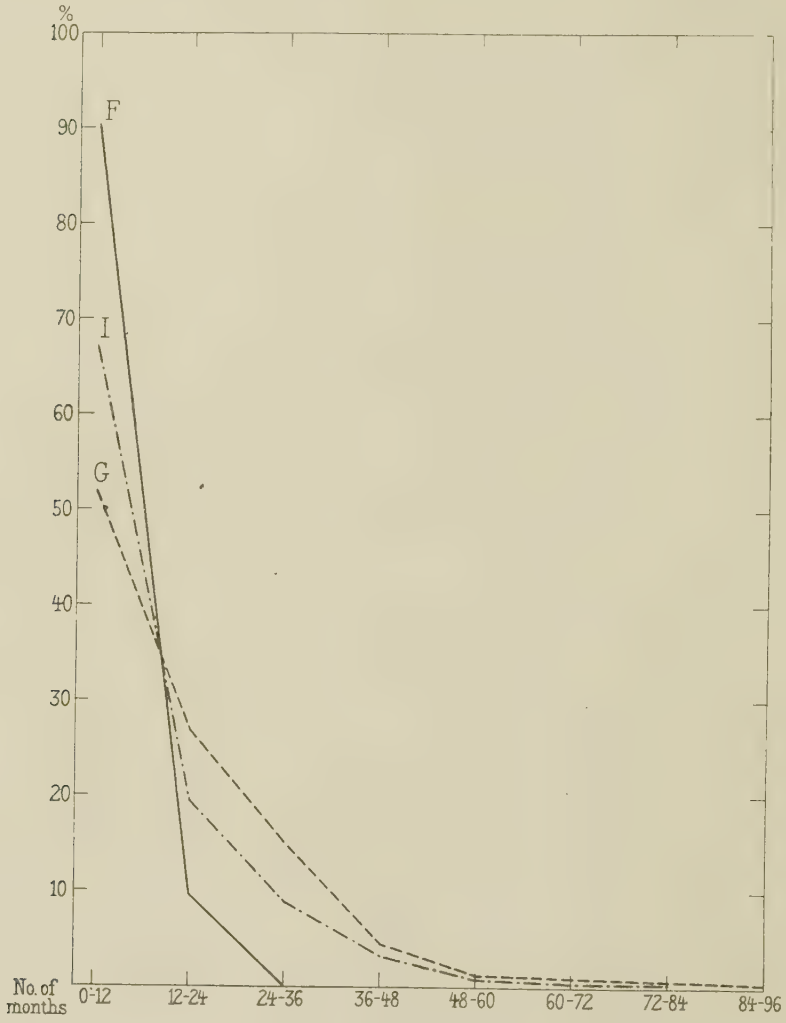


Fig. 5. Percentage of recaptured Cod in 12-monthly periods; all cod > 70 cm. initial length.

F Marking experiments at the Faroes 1927—32
I „ „ „ Iceland 1929—33
G „ „ „ Greenland 1926—33

Greenland, since the method used at these places has been quite the same. Since this is not the case, as the curves clearly show, we are entitled to conclude that the methods have been quite satisfactory and that the curves to a certain extent represent the decrease from year to year in the stocks of the respective fishing regions.

This does not mean, however, that I think the method used perfect;

far from it. We must unfortunately always reckon with the possibility that a number of the marks are lost from the fish in the sea; but I believe, nevertheless, that the method, so far as this species is concerned, is the best used hitherto.

On closer examination of the matter, however, I have obtained information regarding one of the ways in which the marks get lost, and as this is of interest from the technical side of the experiments, I may explain it.

In cod marked at Greenland it has been observed (by Paul M. Hansen) that corrosion of the silver wire connecting the two discs may occur to such an extent that the wire breaks at the middle; this corrosion occurs at the point where the wire goes through the opercular bones and surrounding tissue. Comparison of the number of such happenings in the three regions, Greenland, Iceland, and the Faroes, gave the result that great corrosion occurred almost entirely in the cod marked at Greenland.

	Number examined	Corrosion weak	moderate	strong
W. Greenland 1924—35	341	15	7	10
Iceland 1924—35	391	4	1	—
Faroes 1925—35	200	1	1	1

In plaice such a corrosion does not occur, practically speaking; among 1,135 plaice examined, which were marked at Iceland and in the North Sea, only a single case of corrosion has been observed.

In by far the great majority of cod, however, the silver wire shows not the slightest trace of having been attacked even up to 5—10 years after marking, and it should also be remarked that the corrosion is only of practical importance in the Greenland region, and even there scarcely 3 % have been so badly corroded that there is any danger of the marks being lost in this way. Here it is quite distinctly a corrosion, not of wear through friction, as the silver shows clear signs of an acid (organic or inorganic) having attacked it. The corroding process takes a long time, as the average period for which the wire, in the slightly corroded cases, has been carried in the sea, was 554 days; for the moderately corroded 809 days, and the strongly corroded wire 1,054 days. This means, therefore, that only after about 3 years is there danger of the marks being lost in a small percentage of the marked cod in this way; taken in conjunction with the fact that it is from Greenland we have the most numerous examples of the marks being borne by the cod for many years, this would indicate that the loss incurred by this means is not of much importance.

Nor does there seem to be any special concentration of the cases of corrosion at certain localities at Greenland, even though they seem to be most numerous inside the fjords and skerries; presumably the corroding substance comes from certain foods which the cod at Greenland take up perhaps locally and individually.

We have no data to show that marks attached by means of the marking needle used by us are able to work loose or break through the gill-cover, thus causing the loss of both discs and silver wire at the same time; this is probably due to the fact that we have mainly used the larger fish for the marking experiments.

Migrations in the North-West Atlantic.

The basis of our information regarding the migrations of cod within this region is mainly the marking experiments carried out during many years, and I may briefly give a summary of them.

The first marking of cod in the north-western areas of the Atlantic was undertaken by Johs. Schmidt in 1904 and 1905 at East and North Iceland, as a link in his investigation of the biology of the cod at Iceland (Schmidt, 1907, Sæmundsson, 1913). They were continued later at North Iceland in 1908 and 1909 and in Faxe Bugt (Sæmundsson, 1913). These experiments embraced in all 1,135 marked cod, mainly the immature individuals. They showed in regard to migrations that until maturity was reached the cod remained for the most part stationary, and that none left the Iceland region; hence it was concluded that the stock of cod at Iceland might be regarded as a restricted unit.

It was not until after the world-war that marking experiments were renewed at Iceland, by Schmidt in 1924, and then with the help of Icelandic workers the experiments were extended to the spawning grounds at South-West Iceland; these in course of time yielded a lot of new information regarding the migrations of the stock, as these also extended to adjacent areas. In all, 7,035 specimens of cod were marked at Iceland in 1924—1936, mainly the large cod.

At the Faroes the experiments were begun in 1909, and here as also out on the Faroe Bank, 6,860 cod were marked in the years 1909—1936 (most of these experiments have been described by Strubberg, 1916 and 1933); of the cod marked at the Faroes Scotland marked 427 specimens.

When the cod fishery at Greenland became of importance in the twenties, the marking of cod was also begun there, and these experiments have yielded some of the most interesting data on cod migrations obtained by the marking method. In all 10,428 cod have been marked at Greenland; at West Greenland altogether 9,456 cod have been marked in the years 1924—1936, at East Greenland 972 cod in the years 1926—1933. Of these, 200 specimens were marked by Norwegians (Thor Iversen), whilst the experiments at West Greenland were carried out by Danish workers only (see Schmidt, 1933, Hansen, Jensen & Tåning, 1935). Finally it may be mentioned that Thor Iversen marked 113 cod at Jan Mayen in 1930.

I shall now discuss the main features of the results obtained regarding the migrations by means of the cod marking experiments referred to, and also such further information as other methods of investigation or experiments in other areas have contributed to an understanding of the migrations.

It is obvious that the results obtained from marking experiments alone can only throw a one-sided light on the migrations, since the results are entirely dependent for one thing on where, when, and in what manner a commercial fishery is carried on. Even though we know that some kind of cod fishery is carried on over nearly the whole region of distribution of the species, there is still the possibility of important information being missed with regard, for example, to the routes of migration, since the cod during the period of their pelagic wanderings may leave the restricted areas of the coastal banks and go to areas where no fishery is carried on.

Faroes.

So far as we know, the stock of cod at the Faroes makes no exchange of importance with those of neighbouring areas. Over a long period of years we have obtained the information that only two individuals marked at the Faroes have left the area, one being recorded as recaptured at the Orkneys, the other in the northern North Sea; further, two individuals marked at Iceland have been returned from the Faroes (see later), but possibly the immigration from Iceland is greater than the recaptures so far would indicate, since the marking of wandering cod has not yet been made at South-East Iceland, which lies nearest the Faroes, and from which we might imagine immigration to the islands to take place. Emigration, on the other hand, from the Faroes to the west Norwegian region has received no confirmation.

As mentioned above, S t r u b b e r g has made a detailed study of the marking experiments carried out at the Faroes and has shown that two-year-old cod are still very stationary, whilst the older cod wander quite a lot, probably urged thereto by the beginning of maturity; the wanderings, however, still keep to the banks round the islands and spawning occurs mostly in the area north and west of the northern islands. Between the Faroes and the Faroe Bank to the south-west there is but little exchange; cod also spawn on the Faroe Bank itself, which thus in the main houses its own stock, as the racial characters have also shown (S c h m i d t, 1930, p. 11).

The recapture percentage is very high at the Faroes, especially of small cod; in certain experiments it has been considerably over 50 % (up to 75 %). Consequently, the marked fish disappear completely from the catches in the course of about two years. For example, 2,363 cod were marked at the islands in 1923—1935 and of these 372 were recaptured in the first year, 194 in the second, and only 15 in the third calendar year (a total of ca. 25 % recaptures). In this respect the Faroes show a marked difference from the Iceland—Greenland region,

as will be shown later, and resemble far more the North Sea in the rapid renewal of their stock.

Iceland.

The large Icelandic region, with its numerous banks, some distant from the coast, offers specially favourable conditions of life for the very abundant stock of cod, known here for hundreds of years and exploited by fishermen in recent years on an intensive scale. The

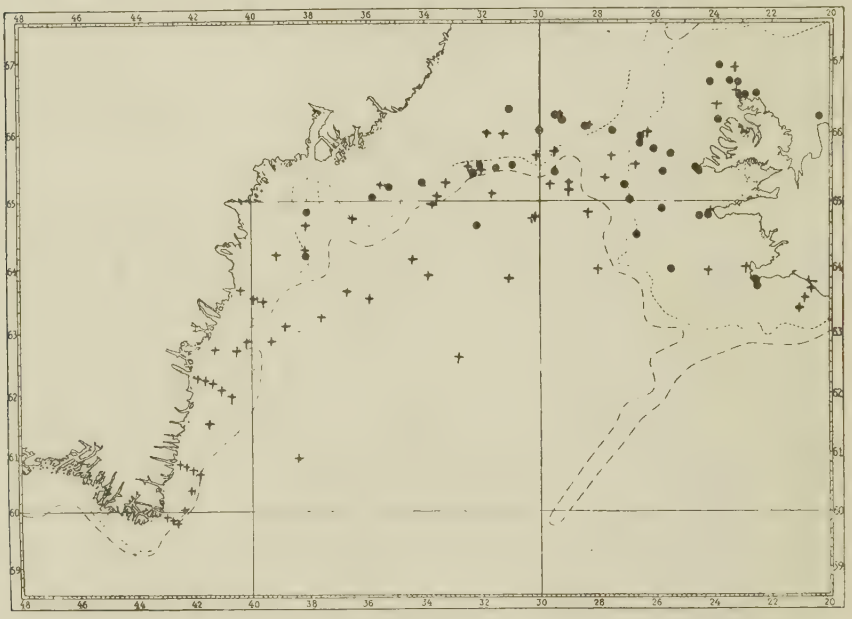


Fig. 6. Drift of Cod larvae in the Denmark Strait. Investigations 1931—34.
● Larvae present + no larvae

hydrographical conditions of the region are extremely well defined and are of determining influence on the life-history of the cod. S c h m i d t and S æ m u n d s s o n have shown this in various publications, and for the present purpose it will be sufficient to outline the main features. The south and west coasts of Iceland are washed, as known, by warmer Atlantic water, whilst the north and east coasts are washed by Arctic water; the cod spawn in spring (March—May) at certain places on the warm-water coasts, especially on the south-west; the anticyclonic current round Iceland carries large quantities of the tiny fry along the west coast to the north coast and even to the east coast, so that the fry are scattered over extensive nursery areas, where the reproduction of the cod does not occur or only to a very small extent.

As it happens, however, the whole of the water-masses on the west coast do not continue round the north coast, the so-called Irminger

Current breaking off, not only into the east-going branch along the north coast, but also into a west-going branch running from Iceland over towards East Greenland; the strength of the two branches evidently varies somewhat from year to year. Investigations since and including 1931 have shown that in certain years, especially in the month of July, large quantities of tiny cod fry are carried over towards East Greenland in the west-going branch of the Irminger Current. The chart, Fig. 6, shows where the cod fry have been found in these investigations. There are grounds for believing, therefore, that certain parts of the Greenland cod stock are brought as fry from Iceland, in the same way as the cod stock in the waters of North Norway and in the Barents Sea are partly recruited by fry from the Lofoten; this must certainly hold good for the larger part, if not the whole, of the East Greenland stock, but so far owing to various causes we have not succeeded in tracing the drift of the cod fry towards the south along the east coast down to Cape Farewell or round to the west coast, where we meet with a very rich stock of small cod in the southern districts, perhaps to a large extent of Icelandic origin. The following findings support the drift theory: spawning on a large scale of the cod at the most southerly part of West Greenland has not yet been proved; the fry cannot be brought to the most southerly part of West Greenland from the more northerly coastal banks, where spawning takes place, owing to the direction of the currents at West Greenland; racial studies have shown that the South Greenland cod resemble the Iceland stock of cod, though the characters investigated have on the whole slightly higher values[1]) (S c h m i d t, 1930, pp. 7—8).

We must admit, however, that scientific proof of the drift of fry from Iceland to the south point and west coast of Greenland is not yet forthcoming; future investigation must determine this.

We have been obliged to dwell somewhat in detail on this early, passive wandering in the life-cycle of the cod, as it seems to form the foundation of a closer understanding of the wanderings which the marking of cod in the area have displayed.

At Iceland, as in other areas, we must make a sharp distinction between cod marked whilst still immature and those marked during the spawning period. Of the first group we have marked large numbers on the west, north, and east coasts of Iceland during a number of years; the recaptures indicate that young cod are in the main fairly stationary until the size is reached when maturity sets in; then they apparently leave the colder areas and seek the warmer Atlantic waters, which are most in evidence on the western parts of the south coast and on the west coast. Where the young cod have been marked on the last-mentioned coasts, however, they simply move out to suitable depths or at least do not undertake long migrations, since the natural conditions

[1]) With our present knowledge we cannot exclude the possibility that the slightly higher values are due to the development of the tiny fry in the colder waters near Greenland during their drift from the warmer waters of Iceland to Greenland.

they need are to be found quite close to their place of growth; this is in full agreement with the experience gained with cod in many other parts of the region of distribution, both on the European and American sides of the Atlantic. The marking experiments of recent years have shown, furthermore, that West and South Iceland also attract maturing cod from far distant grounds in the north-west area of the Atlantic; for example, from Jan Mayen (Thor Iversen), from East Greenland and even from West Greenland right from Cape Farewell to Disco Bay, as will be described later. (See chart, Fig. 7.) A remarkable thing

Fig. 7. Sketch of Cod migrations to spawning areas in the North Atlantic. Some few migrations given only. Principal spawning areas double hatched (South-West Iceland and Lofoten).

is that no cod marked as immature fish at Iceland have so far been recaptured outside the Iceland area. The recapture percentage of young cod marked at Iceland varies somewhat from place to place, varying between ca. 13 % and ca. 34 % in the experiments; on the whole the percentage of recaptures is lower than at the Faroes.

Of the second group of cod, namely, those marked on the spawning grounds in spring, mainly at the Westmanna Islands and on Selvogs Bank, but also at the mouth of Faxe Bugt, fully 5,000 specimens were marked in the years 1925—36; the recovery percentages for the different experiments lie usually between ca. 8 and ca. 13 % in all, thus lower than what was found for the young cod.

The following table shows the decrease in recoveries in the successive years after marking.

Number of recaptures of cod marked on the spawning grounds at South-West Iceland 1925—35 (4939 spec.)

Calendar year:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Total
Number recaptured at Iceland.....	240	120	49	22	8	2	2	443
Number recaptured outside Iceland area	10	8	2	2	1	—	—	23

Most of the cod at Iceland become mature at about 8 years old; some marked were, however, older; we can hardly expect, therefore, to follow them much longer than to the 6th year after marking, when they are 14 years old or some few years more.

The principal results of the marking experiments are thus as follows. After the spring spawning the fish spread in search of

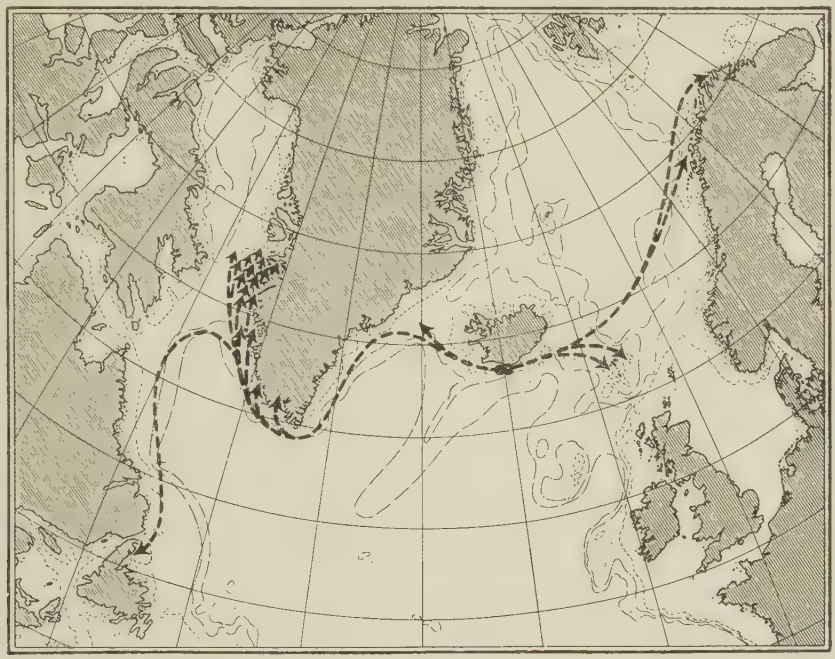


Fig. 8. Sketch of long-distance migrations of Cod marked at the spawning grounds off South Iceland. [The majority (ca. 95 %) of recaptured cod from this spawning area has been reported from Icelandic waters inside the 200 metre line.]

food from the spawning places (where as elsewhere we only find a few adult fish in the summer). They move out over the coastal banks, some towards the north and east coasts where the summer fishery captures a number of the fish marked in the spring on the south-west coast. A number of the marked fish even reach much more distant localities, which means that not a few of the local stock must wander to those distant areas (see below).

The spawning time of next spring again shows at the spawning grounds mentioned a strong concentration of the marked fish, and also the succeeding springs up to the 5th or even the 6th year after marking, when a few recoveries have been reported from the principal spawning places. It may be remarked that spawning cod marked in one year at,

for example, Selvogs Bank on the south coast, may next year be retaken in the middle of the spawning time at, for example, the mouth of Faxe Bugt on the west coast, which seems to indicate that the fish do not year after year seek out exactly the same locality for their spawning, but that the natural conditions in the sea and the degree of ripeness of the fish itself determine where its spawning is to take place. This might have been supposed *a priori*, though it is difficult to prove, as the distances in question here are not greater than the fish could traverse in the course of a few days.

It is perhaps mainly of theoretical interest from the point of view of migrations to consider the specimens mentioned which have been recaptured far from the place where they were marked in the spawning time at South Iceland. The chart, Fig. 8, shows the wanderings of these individuals, though the route indicated is in no way intended to represent the actual route followed by the cod. In all, 23 individuals have been reported from outside the Iceland area, that is, about 5 % of the recaptures. One of them was taken from the stomach of a Greenland shark *(Somniosus)* in the Denmark Strait, and presumably this specimen gives an indication of the route generally followed by the cod which wander to Greenland. All the others were taken during the fishing at the respective localities, and there is nothing to show that any error enters into the reports on these recaptures.

I shall not discuss here in detail the, as yet, few discoveries from Newfoundland, the Faroes, and Norway, though they indicate in a striking manner what phenomenal wanderers the cod may be in some cases, as also the importance for an understanding of the wide distribution of this species which these long-wandering individuals have, since doubtless other individuals have accompanied them. But I may briefly refer to the 17 individuals which were recaptured at West Greenland in 1930 to 1935, as they provide valuable information of general interest. We do not know whether these cod were originally of Greenland or Iceland extraction; as no juvenile cod marked at Iceland have ever been taken with certainty outside that area, it is probable that they grew up at Greenland (which does not mean that they were hatched at Greenland), and that after spawning at Iceland they have returned to Greenland. It will be very difficult to prove that such has been the case, but sooner or later it is hoped we may have means at our disposal to determine this important question. All the individuals which have made the journey are of the sizes which are known to have migrated from Greenland to Iceland, between 81 and 96 cm., one specimen of 107 cm. They were all taken at West Greenland in July—September, at a time, that is, when wandering shoals seek food along the coasts. The earliest taken was caught on 16. July; 9 were taken the same year as they were marked at Iceland, and 99 days is the shortest period from the day of marking to day of recapture; for 6 individuals the time was 108—116 days. As the route traversed must be at least between 1,000 and 1,250 nautical miles, we thus have here valuable information regarding rate of travel

of the cod in this area, even though we do not know the exact day when the migration commenced or how long the cod have been at Greenland before they were captured.

As will be seen, the average rate of travel per day lies between ca. 10—12½ nautical miles, or about 20 km. in the day. This speed approximates closely to the highest rate of travel known for cod recaptured shortly after marking at West Greenland itself (15 nautical miles or ca. 28 km. in the day); a similar rate is noted by S u n d (1919, p. 63) for adult cod (Skrei) migrating away from the spawning grounds at Lofoten, namely, up to 24 km. in the day. As the cod during their wanderings away from the spawning grounds may be considered often to follow the currents near the surface, which at East Greenland, for example, run at a considerable speed, the actual movements of the fish have presumably been less than the rate indicated.

There is still one point to be mentioned regarding these emigrants, namely, that no fewer than 16 of the 23 individuals were marked in the same year at South Iceland (1931), most of them (10) even on the same ground during the same day. Of the 16 some (13) proceeded to the West Greenland banks (farthest north on these banks; see Fig. 8), 1 went to Newfoundland, 1 to North Norway, and 1 to the Faroes; the last 3 individuals mentioned have been, respectively, about 28, 38, and 28 months in the sea from the time of marking to recapture, and may thus possibly have wandered quite or partly passively with the large current-systems of the North Atlantic before they reached the places where they were recaptured.

It is a peculiar thing that the wandering impulse has affected such a large number of the cod marked on a few separate days (in addition to the example given, there are 3 other cases in each of which 2 specimens of the long-travelling cod were marked at the same time and place), and we are obliged to conclude that a purely mechanical factor influenced them and the others accompanying them out on these wide travels. Later, we shall consider this matter more closely.

In the foregoing we have been chiefly concerned with the wanderings which take the cod over great distances in their search for food; to a less extent we have mentioned the cod which do not undertake very great wanderings between two spawning periods, yet these undoubtedly comprise, according to the marking experiments, a large part of the total stock, e.g., at Iceland, though we are not yet able to estimate the scale of this. Consideration of the available data shows that the cod which undertake the food wanderings do not proceed uniformly in one direction in answer to a single stimulus or a few stimuli; on the contrary, the reaction is extremely variable with the different individuals or shoals of individuals which, for example, at the spawning grounds of South Iceland are in the stage when spawning is past and the food urge has become dominant. Some go a short distance, others farther, some even a great way (e.g., to West Greenland) in the period which lasts until certain unknown external and/or internal stimuli meet the cod in the receptive condition, when the need

to return to the spawning ground again becomes active. Our knowledge on this subject is extremely small at present; in fact, we can only guess that migrations and quantity of the food-animals, strength of the currents and the like, age of the cod and thus inclination to migrate, may be some of the factors which determine the extent of the food wanderings.

Greenland.

Along the enormous coastal stretches of West Greenland the cod has been found right from Cape Farewell at ca. 60° N. as far as ca. 72° 21′ N. in the Upernivik district; this area forms the extreme north-western limit in the distribution of the cod, where the stock shows great periodic fluctuations in regard to quantity and locality. During the summer and in warmer periods, like the present, the stock penetrates farther north but is periodically forced to turn south by the arctic water. The part between ca. 62½° and 67° on the west coast, according to the experience so far gained, may be considered as the part of the coast where the stock has the best chance of succeeding, owing to the hydrographical conditions, even in the coldest periods, and it is therefore mainly on this stretch, in part out on the banks, in part inside the fjords, that we find some spawning. How far periods may occur in which the natural conditions offer practically a complete barrier to the reproduction of the cod at West Greenland, is not yet known, since the investigations have barely extended over 30 years, namely, from 1908, when Ad. S. Jensen began fishery investigations in these waters.

There is no doubt that the present warmer period has been favourable for the extension of this fish along the west coast towards the north, and this holds good also for a number of other boreo-subarctic marine animals, whilst purely arctic animals have been driven back to the north (see, for example, Hansen, Jensen and Tåning, 1935, pp. 13—15). As detailed records of the wanderings of the cod in this region are only available for the last 10—12 years, we have to remember that later experience from a cold period may give quite different results from those obtained up to the present; consequently, it is necessary to continue these investigations, *inter alia* the marking of cod, unbroken for a long period. In the years 1924—36 we have marked, as mentioned, 9,456 specimens of cod at about 100 localities everywhere at West Greenland from Cape Farewell to 70° 40′ N. both in fjords and on banks; the strenuous work of Mag. Paul M. Hansen in this area has especially been of great importance. Of the marked cod, about 6 % have been recaptured, more than half at Greenland and scarcely the half at Iceland.

In the following pages we shall briefly summarize the main results, so far as the migrations are concerned.

Quite a number of the cod have been found to remain stationary or only to undertake limited wanderings, and this part of the stock

includes especially the immature cod or the very large ones; among the last some have been taken even 5 years or later (up to 10 years later) on almost the same grounds as on which they were marked.

Other cod undertake somewhat longer wanderings within the West Greenland area and some apparently, especially the older cod, travel northwards as age increases to the northern bank areas round 66° to 68° N.; presumably they follow, perhaps passively, the direction of the current until the reduction in temperature calls a halt[1]). Some of the cod wander from the fjords out on to the banks, and the reverse also occurs, but this exchange does not seem very pronounced and does not seem to stand closely in connexion with the reproduction of the species. A seasonal movement onto the banks, where the summer warmth is felt, and to the coastal areas has been noted quite distinctly.

The most prominent feature in the life-history of the Greenland cod is, however, that large numbers of cod leave the area entirely as maturity approaches, migrating up to a couple of thousand kilometres or more to reach the spawning grounds at West and South Iceland[2]). Thus, of the cod marked (1924—1935) 314 were retaken at Greenland, but no fewer than 256 at Iceland, that is, 45 % of all recaptures, which shows that myriads of cod must have emigrated to the grounds mentioned. From the time when these innumerable spawning cod leave West Greenland until they are recaptured at Iceland, they escape our observation; we do not know how they managed the journey, nor the route or depth in which they migrated, nor the rapidity with which they covered the distance, nor the exact time when the emigration begins from the several localities along the wide-stretched coastal areas of West Greenland — and still less the deeper causes of the departure, or how the fish find their way or, perhaps, feel their way on the route to the spawning grounds. Whilst the last-mentioned questions will remain long unanswered for this as for numerous other migratory species, there is a possibility that the first series of questions may be answered within not too distant a period, and we may venture already to make some tentative answers in regard to some of them.

It may be remarked, first of all, that the migration is a typical spawning migration, since it first begins when the cod are 8—12 years old and about 70—90 cm. in length, i.e., when the cod become mature. It is naturally not outside the bounds of probability that a few immature individuals may be drawn into the migration, as we know happens in the case of migrating birds. Further, it may be noted that the emigrants include but few of the really large cod over 100 cm., as the cod here as elsewhere evidently become somewhat less mobile as they grow older. It has thus been found that about 90 % of all the emigrants have a size between 70 and 100 cm.

The emigrants from Greenland to Iceland include individuals from

[1]) It is remarkable that most of the migrant cod from Iceland to West Greenland were also retaken in this area (see Fig. 7).

[2]) As yet no cod marked at Greenland has been recaptured in the waters of Newfoundland or Labrador.

the whole coast between Cape Farewell and ca. 68° N. (almost to Disco Bay) and somewhat more from the banks and coastal waters than from inside the fjords, but this does not mean that the emigration proceeds evenly from the whole of this long distance; there is indeed a very great difference between the numbers of emigrants from the northern and from the southern districts of West Greenland. If we divide the west coast into a northern and southern area at approximately 62° N., i.e., at the extensive glacier at Frederikshaab which makes its influence felt far out to sea, we obtain the following percentages for the emigrants from the areas north and south of that point.

West Greenland	Number marked: 1924—1935	Number and percentage recapture: at Greenland	at Iceland
Northern area	5640	250 — **4·4**	82 — **1·5**
Southern area	2860	64 — **2·2**	165 — **5·8**

This shows clearly that the emigration from the southern area is about 4 times as great as from the northern.

As we have seen earlier, migration also proceeds from Iceland to Greenland; consequently, since the marking at West Greenland was mainly carried out on wandering cod in the summer when the cod from Iceland[1]) could have arrived, it might be thought that a number of the cod marked at West Greenland had been marked after their arrival from Iceland and thus really told us nothing about the question how far cod which had grown up in the localities in question at Greenland had emigrated to Iceland. If, to clear up this question, we consider the numbers of individuals of all the emigrants marked before they became mature, we obtain some interesting results. Among the emigrants from the northern area, there were only 8 individuals below 70 cm. when marked, which were almost certainly immature fish that had not previously undertaken any long migration, whilst among the southern emigrants no fewer than 54 individuals were below 70 cm. on marking. In the northern area 1,415 cod below 70 cm. were marked, and of these only 0·6 % were recaptured at Iceland, whilst in the southern area 1,491 cod of less than 70 cm. were marked and of these no fewer than 3·6 % or 6 times as many as from the northern area were retaken at Iceland.

It is thus evident that the emigration to Iceland proceeds mainly from the southern area, and that as regards the cod which have grown up at West Greenland the great majority of those leaving Greenland come from the southern area, while cod of the northern area chiefly remain there. Since now, as mentioned before, there is not a little evidence that perhaps the major part of the small cod in the southern area originally came from Iceland as young fry, we reach the probable conclusion that the emigration to Iceland finds its best

[1]) These may originally have grown up at South Greenland.

explanation in this, that the cod return to the place where they were born in order to reproduce their species there. It is a task for the future to find support for this theory, but it agrees well with what we already know regarding the migrations in the Norwegian region, where undoubtedly the major portion of the cod which have been carried as fry away from the Lofoten northwards to Finmark and beyond, if they live long enough to reach maturity, migrate back almost to the original place to reproduce their kind.

Certain other phenomena connected with the migrations may advantageously be considered through the information provided by the marking experiments of recent years.

The marking experiments at Greenland were mainly carried out in the months of July—October, i.e., at a period when the spawning was over, and the impulse to return to the spawning grounds is not developed until late in autumn or winter. Consequently, we have never obtained from the Iceland area any recaptures in the calendar year in which the cod were marked at Greenland; the recaptures appear first in the next calendar year. This will be seen from the following summary.

Recaptures of cod marked at West Greenland 1924—35 (8500 specimens).

Calendar year:	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**	Total
Number recaptured at Greenland ..	83	106	53	38	17	9	3	3	1	1	314
Number recaptured at Iceland	0	112	74	35	18	12	4	0	1	0	256

Among the Greenland cod recaptured at Iceland in the course of the years some have perhaps remained on the Iceland banks, to stay there always after their first migration; thus we see that a few "Greenland cod" have been taken at Iceland some time after the cessation of spawning, i.e., even as late as in the month of September; but in the period October—January no "Greenland cod" have been retaken at Iceland, where, however, the fishery at this time is but small. It is most likely that some of the adult cod taken at Greenland, which have spawned more than once, have several times made the journey to Iceland in order to spawn, but have again returned. Only double marking and recapture of the same individual in both areas can determine this question with certainty; and successful double marking will be an extremely difficult matter with migrating marine fish.

The earliest date for recapture of a "Greenland cod" at Iceland in the year after marking was 10. February, one "Greenlander" having reached North-West Iceland by this date, scarcely 6 months (174 days) after being marked at South Greenland; a few others were recaptured in the course of February and March, but the majority were not taken on the spawning grounds till April—May, at the height of the spawning season at Iceland. It may be noted that the emigrants were retaken on

the spawning ground at Iceland exactly at the same period as the cod marked at Iceland itself, not specially earlier or later.

We do not know exactly when the spawning cod begin the emigration at West Greenland in the autumn or winter; a few recaptures in October—November south of the places of marking on the west coast of Greenland may perhaps be taken as the first indications of a beginning of the migration to Iceland, but the material is still far too meagre to permit of any definite conclusion.

As the marking of migrating cod could not be undertaken at Greenland in the period November to April, we have but little to go upon with regard to the rate of travel during the emigration; the shortest period between the marking at Greenland and recapture at Iceland was quite 5 months (164 days) and in this period at least 720 nautical miles have been traversed (from South Greenland to South-West Iceland), giving at least ca. 7 km. per day. A few other specimens have covered the distance to Iceland at about the same rate, but the majority have apparently taken considerably longer periods, as we know nothing of the time when they started. We cannot yet say with certainty, therefore, how quickly the migration is accomplished, and the reason is not only that the marking at Greenland has not been carried on sufficiently far into the winter, but also because we do not know what route the migrating cod follow from West Greenland to Iceland. Actually we do not yet know whether the spawning migration of the cod is contranatant or denatant. Various conditions might indicate that the route is possibly from the point of South Greenland along the east coast to the ridge between Greenland and Iceland, thence over this or along its southern edge to the Iceland area itself; in favour of this is the fact, among others, that the earliest recaptures come from North-West Iceland. Along this route the migration would be against the current, contranatant, as is the migration in most cases of purely marine fish when they make for definite spawning grounds. If the cod from West Greenland should migrate in the same direction as certain currents which might carry them more or less passively to Iceland, then the migration would have to proceed in the currents south of Greenland and Iceland or in the southern part of the Denmark Strait. We have seen that the migration from Iceland to Greenland, with the current, may take fully 3 months; it is therefore natural that the migration in the opposite direction should take much longer (5—6 months is the shortest observed time). There is much to indicate certainly that the food migrations, which most often go with the current (denatant), are mainly performed in the more rapid waters of the surface layers, whilst the migration to the spawning places possibly occurs at a greater depth, where the speed of the current is reduced, and where therefore the emigrants do not meet with so much resistance. But we know very little with certainty regarding this. If it is necessary for the fish to orientate themselves in the current by means of the sense of touch or sight, we should imagine that during migration they must necessarily follow the bottom, but we have no idea what sense it is that guides

them to their goal. Observations on the behaviour of ripening and ripe cod towards different stimuli would undoubtedly be of great importance for our future investigations on their migrations. Far too few observations undoubtedly have so far been made in this field.

As already noted, the emigration of Greenland cod to Iceland must certainly embrace millions of individuals, in certain years at any rate. But it is possible that hydrographical and other factors have a great influence on the magnitude of the migration in different years, though we are unable to suggest the possibility of any periodicity. The emigration of the present period has chiefly taken place from and including the year 1930, i.e., in the period when marking experiments were carried out on a large scale at the most southerly districts of Greenland, and when at the same time the two year-classes 1922 and 1924 have shown themselves to be particularly abundant. Apparently a condition of standstill has now arrived, as none of the cod marked at Greenland in 1935 have been taken at Iceland in 1936, but it must be admitted that in 1935 the marking experiments were not carried out at that part of West Greenland from which, according to our experience, the greatest emigration takes place. The year 1936 has seen an enormous decline in the Iceland cod fishery; so far as the catch of large cod is concerned, the decrease for Iceland from 1935 to 1936 has been over one-third. To what extent there is a causal connexion between the two phenomena — emigration from West Greenland and the catch of large cod at Iceland — it is not yet possible to express any opinion, especially because, as already noted, there have not been a sufficient number of cod marked each year in the most southerly districts of West Greenland, whence, as we have seen, the greatest emigration occurs. The importance of clearing up this question, both for the fishery and for the more theoretical side of the matter, is obvious.

The following table gives a summary of the numbers of recaptures in the years 1924—1936 at Greenland and at Iceland.

Recaptures of cod marked at Greenland for each year.

	Number recaptured at		% recaptured at	
	Greenland	Iceland	Greenland	Iceland
1924	1	0	100·0	0
1925	15	0	100·0	0
1926	16	0	100·0	0
1927	16	1	94·1	5·9
1928	6	0	100·0	0
1929	9	0	100·0	0
1930	16	7	65·7	34·3
1931	32	47	40·7	59·5
1932	44	35	55·7	44·3
1933	22	57	27·8	72·2
1934	48	53	47·3	52·7
1935	58	44	56·9	43·1
1936	31	12	73·0	27·0

We have now given a brief description of the conditions at West Greenland, and, as has been mentioned, quite similar movements of the cod are found in East Greenland, namely, an emigration of the mature fish to the spawning grounds at Iceland; not a single individual has gone with the East Greenland current round to West Greenland. Altogether we have 15 recaptures of cod from Iceland marked by Danish workers and 10 marked by Thor Iversen, i.e., a total of 25 specimens which have made the journey from East Greenland (Angmagssalik district) to Iceland. These results from East Greenland need not, however, be dealt with here in detail, but I may note that the route of migration from here to Iceland is still unknown; we do not know whether the movement is towards the warmer and salter Atlantic water which streams over from West Iceland towards East Greenland, or whether the fish follow current-systems which might carry the cod passively to South-West Iceland.

Dispersion of the cod over wide areas.

The records obtained in recent years from marking experiments of the long journeys undertaken by cod (Fig. 8) are now so numerous that we should endeavour to find a general, though provisional and hypothetical, explanation for them. The places of recovery of the cod which have started from the spawning places at Iceland, have been Greenland, Newfoundland, the Faroes, and Norway; and we may suppose that the prevailing surface-current is the power which assists the wandering cod to the distant localities at which they are recaptured; that is to say, it is not altogether due to chance that the recapture of the marked cod took place just where it did, but to the fact that during the denatant period of their life-cycle, the food migrations, the cod scatter away from the spawning areas with the prevailing currents.

It is a fortunate circumstance that for a number of years now, whilst the marking experiments were being carried on, we have also been throwing surface drift-bottles into the sea at various places round Iceland[1]). Many of these have gone to the Faroes and Norway, a few to North Scotland, and one to West Greenland.

Comparing the returns of recaptured drift-bottles with those of recaptured cod from corresponding areas, we naturally find disagreement in many cases with regard to the time taken between despatch and return, but on the other hand we find some which agree precisely in this particular. I may mention a couple of cases which illustrate this point.

[1]) The experiments of 1928 and 1929 were described by Tåning: Rapp. et Proc. Verb. 72, 1931, where reference is also made to some older experiments; the 1931 and later experiments have not yet been published.

From Iceland to Greenland:	
Drift-bottle from S. Iceland to SW. Greenland..	133 days
Cod from S. Iceland to SW. Greenland	109 days
From Iceland to Norway:	
Drift-bottles from E. and SE. Iceland to NW. Norway (near Andenes)	300—362 days
Cod from S. Iceland to Andenes (NW. Norway)	ca. 360 days
From Iceland to the Faroes:	
Drift-bottle from E. Iceland to the Faroes	97 days
Cod from S. Iceland to the Faroes	84 days
Further, a special case:	
Drift-bottles from S. Iceland to N. Scotland	832—833 days
Cod from S. Iceland to the Faroes	861 days

I mention this last case just to emphasize the possibility that certain individuals among the cod may enter the great current-systems south of Iceland and thus be carried with the surface currents from there to far distant areas, just as various bottles are carried from Iceland in one or other of the great current-systems and their drift is consequently longer than the direct route would indicate[1]).

I may mention lastly that several drift-bottles thrown out in July—August between North-West Iceland and East Greenland were retaken in South-West Iceland about 200—220 days, or 6—7 months, later, after having circulated so long in the great current-system between South-West Iceland and South-East Greenland. A "migration-time" of similar duration, namely, about 210—220 days, is shown by some cod marked in September in the Angmagssalik area and recaptured the next spring at South-West Iceland, assuming that they have begun their migration to Iceland soon after the marking. Certainly the current-system in Denmark Strait has a great influence on the movements of the cod in this area, but we still know far too little of the conditions in this little-investigated area. Our knowledge of the complicated current-systems in this area is undoubtedly far too meagre to permit us to indicate with any certainty the directions taken by the drift-bottles (and so probably by cod).

So far we have but few cases showing an agreement between duration of drift of the drift-bottles and cod on migration, but I have referred to these interesting cases here to show that we must obtain more information from cod marking experiments and simultaneous use of drift-bottles.

We should also consider the question whether the process of marking may not artificially bring some of the cod up from the bottom-layers (whence they are taken almost always before marking) up to the layers where they come under the influence of the surface-currents.

[1]) It may be remarked here that it is naturally very doubtful whether several of the routes marked on the chart, Fig. 8, really indicate the routes followed by the cod in question.

From our experience at East Greenland and elsewhere, we know that numbers of wandering cod come up to the surface layers, either actively or passively, where they pursue various kinds of food (crustaceans, sand-eels, capelan, etc.). Oscar Sund's extremely interesting observation of the ascent of the spawning cod from the bottom layers up to the surface during the spawning time may be referred to here, as it indicates one of the causes which possibly lead to large quantities of the cod being carried passively far afield, in contrast to those which remain on the bottom and thus appear to be less mobile.

Regarding the cod that have been one year on the spawning grounds, is it that after their food-wanderings the majority return again next year to the spawning grounds of the coastal banks, by chance, more or less passively, or perhaps led by a certain sense of direction unknown to us? Or is a large number lost to the fishery by their going to localities where a fishery is not carried on?

We have but imperfect knowledge as to the manner in which the masses of cod disperse from the spawning area. It seems, at least at certain places, as if they scatter mainly in the direction of the currents over the coastal banks; as examples of this, I may refer to the movements of the cod in North-West Norway and round Iceland, after spawning is over on the principal grounds. Quite a number of cases indicate that considerable quantities of cod on their food migrations also scatter out over the more open waters, even over great depths. The extensive fisheries of recent years in the Barents Sea and at Bear Island have shown that the cod scatter there over immense areas; further, we have a number of facts which indicate clearly that a not inconsiderable number seek their food pelagically out over great to very great depths, more or less distant from the coastal banks. Some of these records may be noted. For many years the French fishermen, using floating lines and hand-lines, and also the Faroese fishermen with hand-lines, have obtained considerable quantities of cod living pelagically north-east and east of Iceland out over great depths. Johan Hjort, Johs. Schmidt, and others have also found cod living pelagically over great depths (1000—2000 m. and more) in considerable quantities; the food they are specially seeking seems to be, *inter alia,* Schizopods and other crustaceans. The otoliths of cod as of other gadoids have been found in bottom deposits from great depths (ca. 1800 m.) and were believed to have come from specimens which had lived pelagically (Ad. S. Jensen, 1905). On the "Øst" Expedition of 1929 large quantities of cod were observed near the surface in the drift-ice area between Iceland and East Greenland (Braarud and Ruud 1932). J. Charcot and Thor Iversen have found large numbers of cod of Icelandic origin at Jan Mayen, which Iversen has shown by marking experiments to migrate to Iceland to spawn and which therefore must cross the deep sea between Iceland and Jan Mayen. It is also certain that the widely migrating cod marked at Iceland, which have been recaptured in recent years at

Newfoundland, Greenland, in Denmark Strait, at the Faroes and at Norway, must have migrated over waters with depths greater than ca. 500 m. This movement of the cod out over great depths has been emphasized many years ago by Johan Hjort. A consideration of the results from the series of marking experiments carried out during the last 10—15 years, leads us to the view that the annual decline in the cod stock in certain areas is very considerable, perhaps partly on account of this extensive pelagic dispersion of cod, at least in certain periods of their lives; in other words, a not inconsiderable part of the cod stock which scatters out from a given spawning ground, e.g., that at Iceland, or a given nursery area, is probably lost out in the open waters or elsewhere, and thus for a great part does not come within the ken of the fishermen on the banks now fished; for example, we know that the cod sometimes occur in quantities at Jan Mayen where there is no fishery.

It will be of interest here to consider the results of a series of marking experiments on the spawning grounds themselves of Iceland to see how great is the relative decrease from one year to another. In the experiments of 1929—33, a total of 3322 individuals were marked of a size greater than 70 cm., that is, undoubtedly all or nearly all spawning fish; of these, 336 specimens have been recovered, distributed as shown below in the year of marking (year 1) and following years (the great majority were taken on the spawning grounds in the years noted in the period March—May, and a few outside the spawning times later in summer).

Number of recaptured cod (> 70 cm., initial length)
from marking experiments on the spawning grounds at South Iceland
1929—1933 (3322 cod marked)

Calendar year:	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	Total
Number	164	91	47	24	8	1	1	336
%	48·8	27·1	14·0	7·1	2·4	0·3	0·3	

The number of recaptures in the first year is probably lower than it ought to be, as several of the marking experiments were carried out in the latter half of the fishing season. In the different experiments, carried out for a number of years on the spawning grounds at South Iceland, we have found that the percentage of recaptures in the first year was only about 5 % of the total marked[1]); even if a number of marks are undoubtedly overlooked by fishermen, and so do not enter our records, and even if several marking experiments have been

[1]) E.g., of 1073 cod marked 1932 and 1934 on the spawning grounds off South-West Iceland in March (i. e., at the beginning of the fishing season) a total of 51 specimens or 4·7 % were recaptured during the year of marking.

carried out late in the spring months, which also makes the recovery percentage lower, yet the recapture figure shows that it is but a small fraction of the enormous shoals of cod which are exploited by man as they seek the spawning grounds.

From the above table it will now be seen that the number of recaptures is almost halved each whole year[1]); the figures thus show, roughly speaking, that only one-half of the cod which in one year come to the spawning grounds at South Iceland, return again the following year, in addition to the new contingent of spawners and presumably quite a number of older cod which come from other areas and which have not previously been to these spawning areas.

The causes of this approximate halving from year to year may be imagined as follows:

1. marks are lost;
2. the cod die owing to (a) effort of spawning, (b) sickness or disease, (c) old age or (d) falling victims to enemies;
3. dispersion to areas where there is no fishery;
4. the fishery.

As we are considering here the relative numbers of recaptures from year to year, it is of no importance in this connexion if all the marks fished have not been delivered, since this source of error must be approximately the same from year to year. As already noted, some of the cod undoubtedly lose their marks in the sea, but, as also discussed earlier, the method of marking used must for many reasons be regarded as fairly satisfactory; during the first 3—4 years at any rate the loss of marks is hardly appreciable, since we are only dealing here with recaptures of cod marked as large individuals. The majority of the marked cod were 70 to 100 cm. long on marking, and these sizes of cod are about 6—10 years old at Iceland, and they may still as 12 to 14-year-old fish play a great part in the catches of the fishermen; thus a large number of them can appear on the spawning grounds several years after the marking. A part of the decrease is, however, due to the natural decrease with advancing age, and disease and possibly loss of strength in the act of spawning also cause some decline in numbers. The large cod here in question have quite a number of enemies, apart from man, in the Iceland area, e.g., Greenland shark, halibut, seal, etc., and these will also influence the decrease. Lastly, in accordance with various observations noted in the foregoing, the dispersion to other areas (to some extent also to the open waters) in certain parts of the region of distribution of the cod, occasions a loss of a not inconsiderable portion of the stock which in one year has visited the spawning grounds and which therefore might be expected

[1]) Some few recaptures from the latest years may still come in, so that the figures for the 5th and following years may yet be increased.

to return the following year[1]). Presumably, however, many of the cod which have disappeared in the open waters will sooner or later return to shallower depths, but assuredly in the case of many to areas where no fishery is carried on.

I have referred to these considerations on the dispersion of the cod after spawning, as they show that the series of continuous experiments which has now been carried on for a number of years, can afford not only direct information regarding the migrations, but also information regarding the decrease within the stock in the different areas which would be difficult to obtain in any other way. But the necessity of carrying on the marking experiments on a larger scale than hitherto must be emphasized, as also that they should be better organized and their technique improved; the marking method, as a means to the study of the migrations of this species, is far from being used as effectively as it might be.

Literature.

Borley, J. O.: On the Cod-marking Experiments in the North Sea. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. X, 7. Copenhague, 1909.

Braarud, Trygve and Ruud, Johan T.: The "Øst" Expedition to the Denmark Strait 1929. I. Hydrography. Hvalrådets Skr., Nr. 4. Oslo, 1932.

Dahl, Knut: Undersøgelser over Nytten af Torskeudklækning i Østlandske Fjorde. Aarsber. vedr. Norges Fisk., 1906. Bergen, 1907.

B. E.: The Marking of Fishes in the Barents Sea. (Russ. & Engl.) Bull. Arct. Inst. Leningrad, 1934.

Fulton, T. Wemyss: Experiments on the Migratory Movements of Sea Fish. 8th Ann. Rep. Fish. Board for Scotland for 1889 (1890). III. Sci. Invest. Edinburgh, 1890.

Fulton, T. Wemyss: An Experimental Investigation on the Migrations and Rate of Growth of the Food Fishes. 11th Ann. Rep. Fish. Board for Scotland for 1892 (1893). III. Sci. Invest. Edinburgh, 1893.

Fulton, T. Wemyss: Report on Marking of Plaice and other Fish by S. S. "Goldseeker" in the Years 1904—1909. 5. Rep. on Fish. and Hydrogr. Invest. (Northern Area), 1913.

Graham, Michael: The Annual Cycle in the Life of the Mature Cod in the North Sea. Min. Agric. and Fish., Fish. Invest. Ser. II, Vol. VI, No. 6, 1923. London, 1924.

Graham, Michael: On Methods of marking round fish with an account of tests in Aquaria. Min. Agric. and Fish., Fish. Invest., Ser. II, Vol. XI, No. 4, 1928. London, 1929.

Graham, Michael: Report on the North Sea Cod. Min. Agric. and Fish., Fish. Invest. Ser. II, Vol. XIII, No. 4, 1933. London, 1934.

Hansen, Paul M., Jensen, Ad. S. and Tåning, Å. Vedel: Cod Marking Experiments in the Waters of Greenland 1924—1933. Medd. Komm. f. Danmarks Fiskeri- og Havunders., Ser. Fiskeri, Bd. X, Nr. 1. København, 1935.

Havnø, E. J.: Torskemerkningen i Myken 1927. Årsber. vedr. Norges Fisk. 1927. I. Bergen, 1928.

[1]) It is commonly believed that after spawning for the first time the cod again spawns in each of the following years, at least so long as it is in possession of its full strength; this view is supported by recent Norwegian investigations in the Skagerak (Sivertsen, 1935); but the cod belonging to the northern populations should also be examined in this respect, as it is not certain *a priori* that the conditions are the same as among the southern populations.

Hessle, Chr.: Undersökningar rörande Torsken *(Gadus callarias,* L.) i Mellersta Östersjön och Bottenhavet. Medd. Kungl. Lantbruksstyrelsen Nr. 243. Stockholm, 1923.

Hessle, Chr.: De senare årens fiskmärkningar vid Svenska Östersjökusten. I. Torskmärkningar. Medd. Kungl. Lantbruksstyrelsen. 278. Stockholm, 1929.

Hjort, Johan: Rapport sur les travaux de la Commission A, 1902—07 (On Gadidæ). Reports by Hjort, Helland-Hansen, D'Arcy Thompson, Damas, Johs. Schmidt, Knut Dahl, Redeke and Borley. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. X. Copenhagen, 1909.

Hjort, Johan: Fluctuations in the great Fisheries of Northern Europe. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. XX. Copenhague, 1914.

Hjort, Johan: Fluctuations in the year classes of important food fishes. Journ. du Conseil, Vol. I. Copenhague, 1926.

Idelson, M.: Fish Marking in the Barents Sea. Journ. du Conseil, Vol. VI. Copenhague, 1931.

Iversen, Thor: Some Observations on Cod in Northern Waters. Fiskeridir. Skrifter., Vol. IV, 8. Bergen, 1934.

Iversen, Thor: Sydøst Grønland — Jan Mayen. Fiskeriundersøkelser. Bergen, 1936.

Kenzie, R. A. Mc.: Cod tagging along outer Coast of Nova Scotia. Ann. Rep. Biol. Board of Canada 1933. Ottawa, 1934.

Kenzie, R. A. Mc.: Cod Movements on the Canadian Atlantic Coast. Contrib. Canad. Biol. and Fish., N. S., Vol. VIII, No. 31. Toronto, 1934.

Messiatzeva, E.: Chief Results of the Fishery Research in the Barents Sea in 1930 by the GOIN (State Oceanographical Institute of U. S. S. R.). Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LXXXI. Copenhague, 1932.

Petersen, C. G. Joh.: On the labelling of living Plaice. Appendix IV. Rep. Danish Biol. Stat., Vol. IV, 1893. København, 1894.

Poulsen, E. M.: Biological Investigations upon the Cod in Danish Waters. Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders., Ser. Fiskeri, Bd. IX, No. 1. København, 1931.

Schmidt, Johs.: Marking experiments on Plaice and Cod in Icelandic Waters. Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders., Ser. Fiskeri, Bd. II, No. 6. København, 1907.

Schmidt, Johs.: Racial Investigations. X. The Atlantic Cod *(Gadus callarias* L) and local Races of the same. C. R. Trav. Lab. Carlsberg, XVIII, No. 6. Copenhague, 1930.

Schmidt, Johs.: Summary of the Danish Marking Experiments on Cod, 1904—1929, at the Faroes, Iceland and Greenland. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LXXII (III). Copenhague, 1931.

Schroeder, W. C.: Migrations and other Phases in the Life History of the Cod off southern New England. Bull. Bureau Fish., XLVI. Washington, U. S. A., 1930.

Sivertsen, E.: Torskens gytning. Fiskeridir. Skrifter, Ser. Havunders., IV, 10. Bergen, 1935.

Smith, Hugh M.: Notes on the Tagging of 4000 Adult Cod at Woods Hole, Mass. Rep. Comm., U. S. Comm. Fish and Fisheries, XXVII, 1901 (1902). Washington, 1902.

Strubberg, A. C.: Marking Experiments with Cod at the Faroes. Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders., Ser. Fiskeri, Bd. V, No. 2. København, 1916.

Strubberg, A. C.: II. Second Report. Experiments in 1923—1927. ibid. Bd. IX, No. 7. 1933.

Strubberg, A. C.: Marking Experiments with Cod *(Gadus callarias* L.) in Danish Waters, 1905—13. ibid. Bd. VII, No. 1, 1922.

Sund, Oscar: Lofottorsken. Naturen, April 1919. Bergen, 1919.

Sund, Oscar: Torskemerkningen 1928. Årsber. Norges Fiskerier, 1928, Hefte 1. Bergen, 1929.

Sund, Oscar: Merkning af torsk. Beretning om Lofotfisket 1931. Bergen, 1932.

Sund, Oscar: On the German and Norwegian Observations on the Cod in 1931. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LXXXI. Copenhague, 1932.

Sæmundsson, Bjarni: Continued Marking Experiments on Plaice and Cod in Icelandic Waters. Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders., Ser. Fiskeri, Bd. IV, No. 6. København, 1913.
Thompson, Harold: Rep. Newfoundland Fishery Research Commission. Ann. Rep. 1933, Vol. II, 2. Ann. Rep. 1934, Vol. II, 3.
Tåning, Å. Vedel: A Method for Marking Cod. Capt. Hansen's marking needle. Journ. du Conseil, Vol. VIII. Copenhague, 1933.
Tåning, Å. Vedel: Survey of Long Distance Migrations of Cod in the North Western Atlantic according to Marking Experiments. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LXXXIX, III, 2. Copenhague, 1934.
Weigold, H.: Die deutschen Versuche mit gezeichneten Dorschen *(Gadus morrhua)* I. Ber. Wiss. Meeresunters. Helgoland, X. Kiel und Leipzig, 1913.

A Graphical Method for the Conversion of Chlorinity per Litre to Chlorinity per Kilogram (Cl $^0/_{00}$) in Sea-Water Analyses.

By

Neal M. Carter and John P. Tully,
Pacific Biological Station, Nanaimo, B. C., Canada.

IN the course of oceanographical investigations the determinations of halide halogen obtained in terms of grammes of chloride chlorine per *litre* of sea water at its titration temperature must be corrected for the divergence of this temperature from some convenient temperature of standardization (20° C.) and then expressed in the recognized form of chlorinity per kilogram (Cl $^0/_{00}$). Both operations may be accomplished simultaneously by the use of an abac such as that shown in Fig. 1.

Use of the Abac.

This abac was designed on the assumption that the silver nitrate solution was standardized at 20° C., and that this solution and the sea-water samples were at the same temperature (not necessarily 20° C.) at the time of titration. The Cl $^0/_{00}$ is located by following the diagonal line expressing the *integral* part of the ascertained chlorinity per litre until the ordinate which expresses the *decimal* part of the latter number is reached. The abscissa of this point is the correct decimal part of the Cl $^0/_{00}$. If this value lies to the *right* of the ·00 axis the *integral* part of the Cl $^0/_{00}$ is the *same* as that of the ascertained chlorinity per litre; if it lies to the *left* of this axis, then the integral part of the Cl $^0/_{00}$ is *less by one* than that of the chlorinity per litre, as indicated by the bracketed integral digits.

Suppose that the observed chlorinity per litre is 17·350 at 20° C. The diagonal line for 17 is located and followed until it meets the ordinate for ·350. The abscissa for this point will be found to be ·984 at the top or bottom of the abac. Since the point lies to the left of the ·00 axis the integral part of the Cl $^0/_{00}$ is less by one than the integral

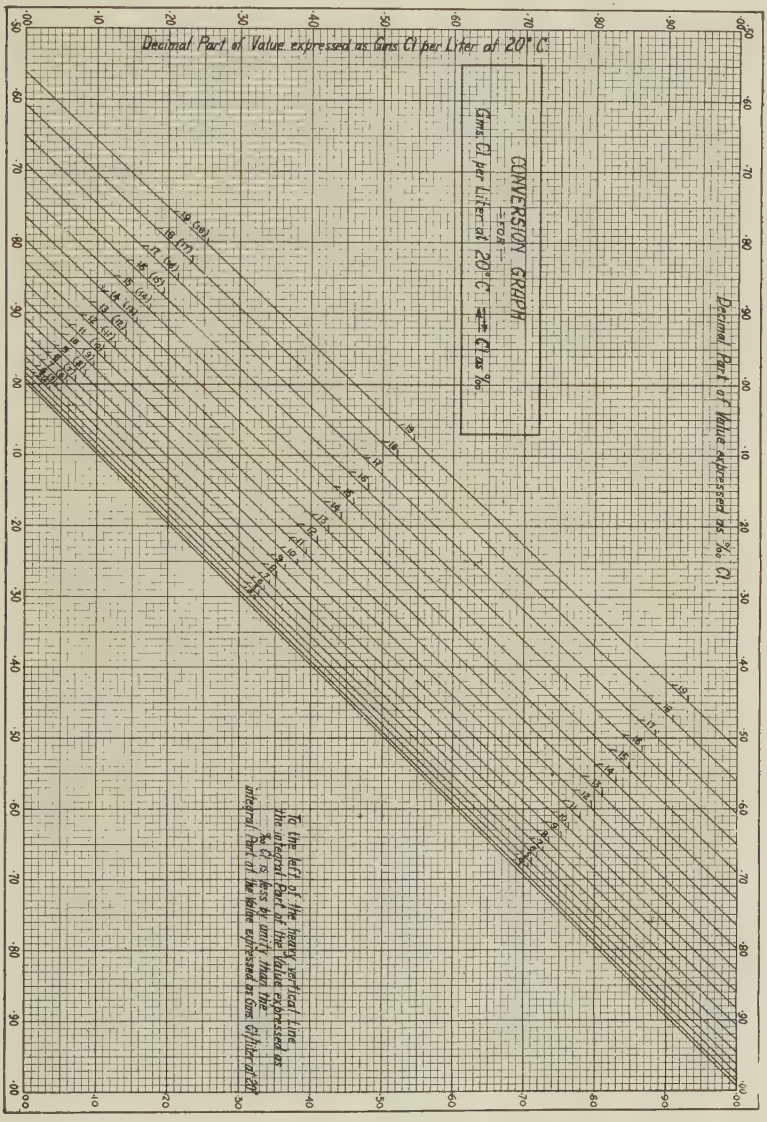


Figure 1.
Abac for the conversion of values expressed as chlorinity per litre at an interpolation temperature of 20° C. to chlorinity per kilogram (Cl ‰).

part of the chlorinity per litre, therefore the desired value is 16·984.

If, however, the temperature of the silver nitrate solution and that of the samples differ within the probable limits of room temperature (12·5° C. to 27·5° C.), a series of five similar abacs constructed for temperature 2·5° C. apart is necessary, since this change of temperature

in the sea water being titrated results in a change of 0·01 ‰ chlorinity, which is within the degree of accuracy usually required. For any given temperature difference between silver nitrate solution and sample, that abac which was constructed for use at the temperature nearest the temperature T (temperature of interpolation) is selected, where

$$T = 20^\circ \text{ C.} + \text{temp. of sea-water sample} - \text{temp. of } AgNO_3.$$

If T lies between the temperatures for which the abacs are made, it its permissible to interpolate for this divergence, 0·25° C. being equivalent to 0·001 ‰ chlorinity in the range 16·000 to 20·000 Cl/litre.

If the temperature of the silver nitrate (17·350 Cl/l.) had been 19° C. and that of the sea water had been 15·2° C. then the temperature of interpolation would be 16·2° C. which is midway between the abacs for 15° and 17·5°C. Using the abac for 17·5° C. the point is located (16·974) and ·005 is subtracted from the interpolated Cl ‰ to give the true value (16·969).

Table I.

Paradigm for the Construction of a Series of Abacs such as that shown in Fig. 1, for the Temperatures of 15°, 17·5°, 20°, 22·5° and 25° C.

Chlorinity per Litre	Temperature of Interpolation (T). 15°	17·5°	20°	22·5°	25°
	Chlorinity per kilogram (Cl ‰)				
1·00	0·999	1·000	1·000	1·001	1·002
2·00	1·996	1·997	1·998	1·999	2·000
3·00	2·990	2·991	2·993	2·995	2·996
4·00	3·981	3·983	3·985	3·987	3·990
5·00	4·970	4·972	4·975	4·978	4·981
6·00	5·956	5·958	5·962	5·965	5·969
7·00	6·939	6·942	6·946	6·950	6·955
8·00	7·919	7·923	7·928	7·932	7·938
9·00	8·897	8·902	8·907	8·912	8·918
10·00	9·873	9·878	9·883	9·889	8·896
11·00	10·846	10·851	10·857	10·864	10·872
12·00	11·816	11·822	11·829	11·837	11·845
13·00	12·784	12·791	12·798	12·806	12·815
14·00	13·750	13·756	13·765	13·774	13·782
15·00	14·713	14·720	14·729	14·738	14·748
16·00	15·673	15·681	15·690	15·701	15·711
17·00	16·631	16·639	16·650	16·661	16·672
18·00	17·587	17·595	17·606	17·618	17·630
19·00	18·540	18·549	18·561	18·573	18·586
20·00	19·490	19·500	19·513	19·526	19·539

Table I gives the necessary data for the construction of a set of these abacs for the temperatures of 15°, 17·5°, 20°, 22·5° and 25° C. To construct such an abac for use at temperature 15° C., commencing with the plotting of the diagonal line representing chlorinities per litre 19·00 to 20·00, the *decimal part* (·540) of the paradigm value corresponding to the temperature 15° C. and the chlorinity per litre 19·00

is read from Table I and plotted as the point (·540, ·00) on the lower left portion of a suitable piece of squared paper arranged as shown in Fig. 1. Similarly, the *decimal part* (·490) of the value for the temperature 15° C. and chlorinity 20·00 ‰ is plotted as the point (·490, ·00) on the upper margin to the right of the ·00 axis. These two points are joined and the procedure continued for the remaining lines.

Zusammenfassung.

Die Arbeit gibt eine genaue graphische Methode zur Umrechnung von Cl/liter in Cl ‰ unter Berücksichtigung der Temperatur des Seewassers und der Silbernitratlösung während der Titrierung.

A Graphical Method for Calculating the Corrections on Deep-Sea Reversing Thermometers.

By

John P. Tully,

Pacific Biological Station, Nanaimo, B. C., Canada.

THE tedious operation of calculating the correction on deep-sea reversing thermometers may be considerably shortened by the use of nomographs similar to that illustrated in Fig. 1.

One nomograph is required for each thermometer, due to the fact that the volume of the stem of the thermometer below the graduations is a characteristic of the individual thermometer, and is a factor in the calculation of the correction.

Construction.

Two fine, vertical parallel lines about six inches apart are ruled on a sheet of heavy bond paper, or similar material (see Fig. 1). One of these lines is marked T (temperature read on reversing thermometer) and the other *t* (temperature read on auxiliary thermometer). Both are then divided in degrees and tenths on any natural scale with sufficient divisions to cover the range of the thermometers. The divisions are then numbered for degrees of temperature, one reading up and the other down.

(It has been found advisable to limit the divisions on the *t*-scale to the range of the probable use, which, in temperate latitudes, is —2° C. to 22° C. That is, the *t*-scale should be similar to the T-scale.)

The expression determining the correction C in the formula

$$\text{Temperature } \textit{in situ} = \text{T} - \text{C}$$

is usually given by the makers as:

$$(T + V_0)\ (T - t)\ K = C$$

where V_0 is the volume of the thermometer below the graduations in degree divisions and K is the coefficient of apparent expansion of mercury in glass, $\left(\frac{1}{6100}\text{ or }\frac{1}{6300}\right)$.

Then

$$t = T - \frac{C}{(T + V_0)\ K}$$

In a given instance let the characteristics of the thermometer be as follows:—

$V_0 = 104$
Range of reversing thermometer —2 to 22° C.
Range of auxiliary thermometer —20 to 50° C.
$K = \frac{1}{6100}$

Standardization Reversing thermometer		Auxiliary thermometer	
Temperature	Correction	Temperature	Correction
0·00	0·00	0·0	0·0
4·00	+0·02	5·0	+0·1
8·00	+0·01	10·0	+0·2
12·00	+0·01	15·0	+0·0
16·00	+0·02	20·0	—0·1
20·00	+0·00	25·0	—0·1

It is most convenient, then, to construct a table (Table I) from the characteristics by calculating the values of $\frac{6100\ C}{T + 104}$ for corresponding values of T = 0, 5, 10, 15 and 20° C., and C = ·04, ·08, ·12 and ·16. This is usually sufficient to cover the range of corrections. Slide-rule accuracy is sufficient for this purpose.

Table I.

$\frac{6100\ C}{T + 104}$ =	T = 0·00	5·00	10·00	15·00	20·00
C = 0·04	2·34	2·24	2·14	2·05	1·97
0·08	4·69	4·47	4·28	4·10	3·93
0·12	7·04	6·72	6·43	6·15	5·90
0·16	9·39	8·96	8·56	8·20	7·87

From these data another table is constructed (Table II) showing the values of t when C = —·16, —·12,—·08, ... ·08, ·12 and ·16, by adding the value in Table I to T when C is positive and subtracting when C is negative.

Table II.

	$t =$	T = 0·00	5·00	10·00	15·00	20·00
C = +0·16		9·39	13·96	18·56	—	—
+0·12		7·04	11·72	16·43	21·15	—
+0·08		4·69	9·47	14·28	19·10	—
+0·04		2·34	7·24	12·14	17·05	21·79
0·00		0·00	5·00	10·00	15·00	20·00
—0·04		—	2·76	7·86	12·95	18·03
—0·08		—	0·53	5·72	10·90	16·07
—0·12		—	1·72	3·57	8·85	14·10
—0·16		—	—	1·44	6·80	12·13

For example, when C = 0·16 and T = 5:

$$\frac{6100\,C}{T + 104} = 8{\cdot}96 \text{ (from Table I)}$$

Then in Table II, when C = —0·16

$$t = 5{\cdot}00 + 8{\cdot}96 = 13{\cdot}96$$

and when C = + 0·16

$$t = 5{\cdot}00 - 8{\cdot}96 = -3{\cdot}96$$

but as the latter value is below the usual range of observation, it is not included. Similarly, when C = 12 and T = 5·00:

$$\frac{6100\,C}{T + 104} = 6{\cdot}72$$

Then in Table II, when C = —·12 and T = 5·00

$$t = 5{\cdot}00 - 6{\cdot}72 = -1{\cdot}72$$

The calculations are carried similarly through the whole table.

Then, using the data in Table II, the line and divisions expressing the values of C may be located.

To locate the point C = —·16, join the points $t = 9{\cdot}39$ and T = 0·00, $t = 13{\cdot}96$ and T = 5·00, $t = 18{\cdot}56$ and T = 10·00. These three lines will intersect in a point.

Similarly, locate the points for C = —·12, —·08, ... ·08, ·12 and ·16. The nine points lie in a straight line and may be joined. The intermediate graduations may be interpolated visually using the empirically located points as a guide. This is sufficient accuracy, since the correction is used only to the nearest division.

The construction lines may then be erased and the graph finished neatly. The scale corrections and the range over which they extend may be noted adjacent to the *t* and T scales as shown in Fig. 1.

NOMOGRAPH

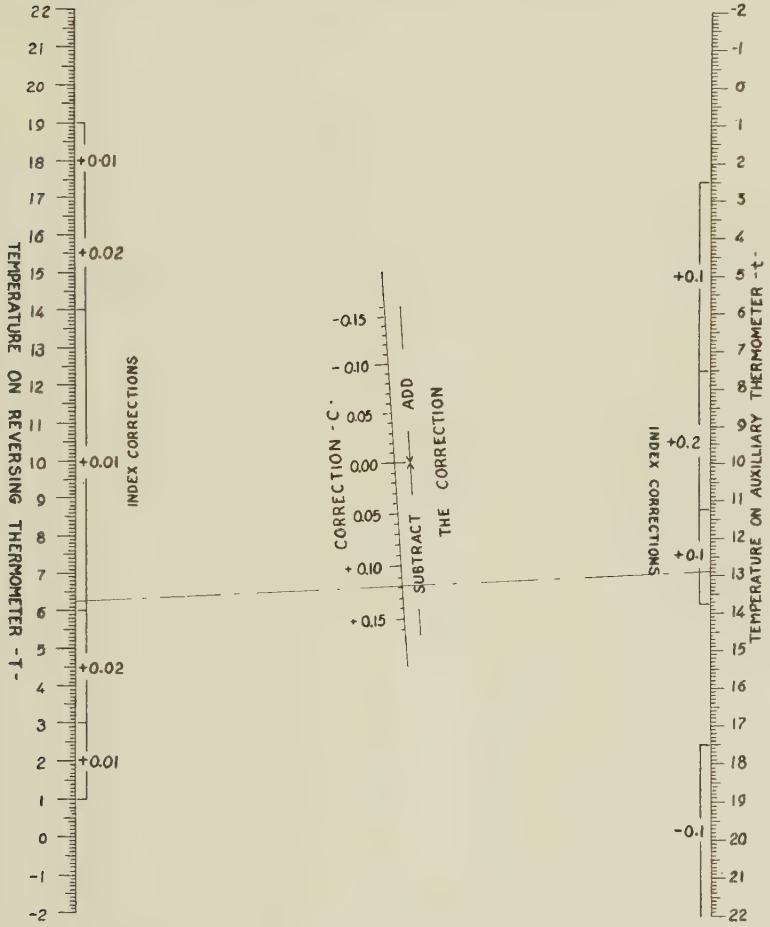
for the calculation of the correction on

DEEP SEA REVERSING THERMOMETER

NUMBER 0000

From the relation

$$\frac{(T + 104)(T - t)}{6100} = C$$



Use.

Let the observed temperatures be T = 6·23° C. and t = 12·8° C. Lay the graph flat and lay a straight-edge so that it cuts the scales at the points indicated, correcting t to 12·9.

Then the straight edge cuts the C scale at ·12, when the values C = 0·12 and T = 6·23 are substituted in the equation

$$\text{Temperature } \textit{in situ} = T - C$$

a temperature value 6·11 is obtained, but there is also an index correction of +0·01 to be added to T, whence temperature *in situ* becomes:

$$6{\cdot}11 + 0{\cdot}01 = 6{\cdot}12.$$

Zusammenfassung.

Die Arbeit beschreibt die Herstellung und den Gebrauch eines genauen Nomogramms zur Berechnung der Korrektion der Ablesung eines Umkippthermometers. Die Korrektion wird im Nomogramm aus den gegebenen Ablesungen des Umkippthermometers und des Hilfsthermometers ermittelt.

Experiments with the "Hardy" Plankton Indicator in Scottish Waters. - I.

By

S. G. Gibbons and J. H. Fraser,
Fishery Board for Scotland, Aberdeen.

Introduction.

THE "Hardy" Indicator was designed as an instrument for sampling the plankton at a depth of 5—10 metres from a fishing vessel whilst proceeding at its usual speed (Hardy, 1925; Hardy, Henderson, Lucas, and Fraser, 1936), and it can therefore be used by a research ship for investigating the plankton changes between one observation station and the next.

This instrument has been in service on the Scottish Fishery Board's research vessel "Explorer" since the beginning of March 1936, and owing to the extent of the region covered by the survey of this ship, and the rapid change in the distribution of organisms which is so frequently encountered, the apparatus was used continuously over long distances. The value of this type of investigation lies in the fact that only by some method of continuous sampling while the ship is in motion can the changes taking place between given stations be found. Hardy, by the use of his Continuous Plankton Recorder (1926, 1935, and 1936 b.), and Hardy and Gunther (1935) by using a series of consecutive tow-net hauls have shown that the distribution of plankton organisms is very much more patchy than has been supposed, and that in many cases important patches are only a mile or two in extent. The present work confirms this observation, and reveals patches of those forms whose presence or absence bears relation to herring shoal location.

Method.

It was decided that where conditions permitted the indicator should be towed for one mile, hauled in, the disc changed, and the instrument streamed again as quickly as possible for another mile, and so on. The plankton on the discs was at once transferred to numbered tubes containing formalin for later analysis in the laboratory. On any line where collections were being made the position of the ship was

Table I.

Haul Number	Position of Observations From	To	Total Number of Hauls in the Section	Date (approx.)
1, 2,	Mouth of Cromarty Firth	Burghead Bay	2	
3, 4.	Burghead Bay	Dornoch Firth	2	
5— 22	Dornoch Firth	58°14′N. 3°07′W.	18	
23— 39	58°10′N. 2°03′W.	58°38′N. 2°36′W.	17	
40— 46	58°56′N. 3°47′W.	58°40′N. 3°52′W.	7	8th to
47— 53	57°59′N. 6°10′W.	Arnish Light	7	
54	Abreast Stack Skerry		1	31st
55	Abreast Sule Skerry Light		1	
56— 60	Sule Skerry	Noup Deep	5	March
61— 72	North Sound	59°40′N. 2°32′W.	12	
73— 92	59°40′N. 2°32′W.	60°05′N. 1°45′W.	20	
93—108	60°05′N. 1°45′W.	60°27′N. 2°06′W.	16	
109—110	Midway between Balta and Fetlar		2	
111—119	5 miles East of Sumburgh	59°37′N. 1°05′W.	9	
121	8 miles E. × S. from Bressay		1	
122—127	59°56′N. 0°05′W.	59°56′N. 0°17′E.	6	
128—130	59°56′N. 1°20′E.	59°56′N. 1°28′E.	3	6th
131—134	In Herlo Fjord		4	
135—149	Helliso Light	60°44′N. 3°45′E.	15	April
150—166	60°44′N. 3°45′E.	60°44′N. 2°30′E.	17	
167—176	60°44′N. 2°30′E.	61°01′N. 2°08′E.	10	to
177—185	61°01′N. 2°00′E.	61°01′N. 1°29′E.	9	
186—189	61°01′N. 1°29′E.	61°01′N. 1°15′E.	4	4th
190—196	61°01′N. 1°02′E.	61°01′N. 0°27′E.	7	
197—200	61°01′N. 0°27′E.	61°01′N. 0°03′W.	4	May
201—207	61°01′N. 0°03′W.	61°01′N. 0°35′W.	7	
208—225	Mousa	Fair Isle	18	
226—235	58°18′N. 2°24′W.	58°05′N. 2°54′W.	10	
236—245	58°05′N. 2°54′W.	58°05′N. 2°05′W.	10	
246—248	Dog Hole	5 or 6 miles SE.	3	

ascertained for the first and last haul of the series, the intervening numbers being equally spaced out between the two positions. By this method the collections taken mile by mile could be strictly compared *inter se*, and the patchy distribution of organisms accurately examined, whereas this would be impossible with net collections taken only every twenty or thirty miles. As this work involves a great deal of labour on the ship, the use of these indicators must be regarded as a preliminary experiment leading up to the use of a "Continuous Plankton Recorder" (Hardy, 1936 a).

The subsequent analysis of the collections was made in a dish specially constructed so that *all* the organisms present in the dish could be seen individually and counted. If the sample was large it was divided by the Plankton Sampler (Gibbons, 1933 a) into tenths,

and one tenth put into the dish. The dish was made on a celluloid base with tin partitions soldered together to make seven rows each of three compartments, thus preventing the movement of organisms out of the field of vision under the microscope. Each compartment measured 3 cm. by 1 cm. by 5 mm. deep, and the whole dish was surrounded by a partition 1 cm. deep. The diameter of the field of the binoculars used was exactly 1 cm. so that by moving the dish along compartment by compartment, everything present in the dish came into the field in turn. It was found impossible to make a watertight joint on a glass base, but the celluloid dish has given every satisfaction, and being entirely surrounded by soldered tin at the edges, and strengthened by soldered partitions it cannot buckle or warp.

The 250 odd samples taken during the March, April, and early May cruises have now been worked up completely, and form the basis of this paper. Further samples have been taken during the other cruises of this year, and the results will be published later.

The Area examined.

The area examined in the first three months covers the Moray Firth, the North Scottish coast, the Minch, the Orkney—west Shetland line, the Norwegian coast—Flugga line, the Lerwick—Fair Isle line, and a second visit to the Moray Firth. Table I shows the two end positions of the lines followed, the number of indicator hauls made between the two points, and the dates.

Results.

The results of the examinations of the collections are shown in full in Table II, which should be studied in conjunction with the chart. Hauls taken in darkness have been differentiated from daylight hauls by the presence of a horizontal black line. The heavy vertical black lines indicate the limits of the continuous series.

The feature of greatest interest is the concentration of a number of species of zooplankton and phytoplankton in the north-eastern part of the area, and it will be seen that an abundance of phytoplankton (mainly *Ceratium* and *Coscinodiscus)* corresponds fairly well with the location of the younger stages of *Calanus.* The presence of Euphausids and *Limacina retroversa* and *Fritillaria* in the area suggests that the concentration has developed from what must have originally been a mixture of Atlantic and boreal water (R u s s e l l, 1935). The presence of *Calanus hyperboreus* and *Agalmopsis* in the net collections taken at the same time confirms this. The origin of the spring plankton in the northern North Sea, particularly of the young stages of *Calanus,* is important, for by their distribution it is at once clear that they are not invading the area from the north-west, whence, as was shown in a previous work (G i b b o n s, 1933 b), it is probable that large numbers of adult *Calanus* may be expected during late spring.

The possibility that the rich plankton of the Norwegian coast gives

rise to recruiting stocks in the northern North Sea must be considered, and in this connexion it is significant that Wood (1937) finds that herring move towards Shetland from this rich plankton area at this time of year. This recruitment from the Norwegian coast agrees well with the observations made by Gran (1902) that *Calanus* is indigenous to Norwegian North Sea waters and occurs there in much greater numbers than in either the Arctic water to the north, or the Atlantic. No actual masses of them can be brought into that area by currents. They spend the winter in deep water, and come to the surface to breed in the spring, and so maintain a population which can be distributed by currents both to Arctic regions and to the North Sea.

If this recruitment from the deep water of the eastern North Sea is established, we shall be faced with the fact that the northern part of the North Sea as a whole may draw its supplies of *Calanus* and similar semi-indigenous organisms from this source or from the sub-Arctic areas to the north-west. Damas (1905) refers to the *Calanus* population of these two areas and it is significant that both his observations and Gran's, as well as the present results, are apparently to be explained on the basis of Tait's representation of the current-systems of these regions (Tait, 1930, 1931, and 1934).

In order to ascertain with greater certainty the origin of the swarms of semi-indigenous plankton in the North Sea, a study of exotic forms, which is at present being undertaken by one of us, will undoubtedly be of value, while a more detailed knowledge of hydrographical conditions seems also to be essential.

The present results suggest two comparatively stationary bodies of water, each containing a thriving phytoplankton population, with little zooplankton. These are (I) in the Minch where there was a small concentration of the Atlantic form *Biddulphia* in March, and (II) to the immediate east of the Fair Isle—Sumburgh Head Channel where a larger and denser concentration was found. That the earlier hauls in this latter region (111—119) contained smaller numbers of *Rhizosolenia* than the later hauls (208—225) suggests that the phytoplankton was probably multiplying in the interval. Drift-bottle results suggest also the possibility of addition to the numbers of organisms in this area by transport from other regions, principally from the north-east, the cause of their congregation there being the result of eddy activity in the east Shetland area from Fair Isle northwards and out to about the prime meridian (Tait, 1934). This phytoplankton concentration to the west of Fair Isle indicates the absence of surface influx through the Fair Isle—Sumburgh Head passage at this time.

The spreading of the north-eastern concentration — recognized by the continued abundance of young stages of *Calanus* — as far west as 1°E. (Haul 190) is followed by a definite break of about 30 miles (Hauls 191—196) which corresponds to the position of the entrance of the Atlantic current into the North Sea. The series is then followed (Hauls 197—207) by an increased number of adult *Calanus* which have wintered in the swirl to the east of Shetland. Once again this

supports the observations made by Tait (1934) who says, page 76, "Atlantic water finds access to the Northern North Sea .... essentially in the form of a stream-current of fairly definite width. Moreover this stream-current appears generally to be centred considerably to the eastward of Shetland and not, as hitherto believed, in close proximity to the eastern shores of these islands."

Paracalanus and *Pseudocalanus* appeared in numbers only off the north coast of Scotland. A patch of newly-hatched Plutei was found on the Viking Bank (167—176). Some samples were taken in Herlo Fjord and show an increase of *Calanus* and *Coscinodiscus* and a decrease of Plutei towards the sea.

Diurnal vertical migration has not been studied here, because no area was visited during both light and dark, and therefore the numbers show no particular correlation with light conditions.

In conclusion, we would say that the chief value of this type of work lies in the more exact location of the patches of plankton — particularly of the phytoplankton — which are so important, and which it would be impossible to locate without some means of continuous recording: and secondly, the very location and nature of these patches may be used as an indication of the current-systems on which the distribution of so much young-fish food depends.

We are grateful to Dr. J. B. Tait for his help in the interpretation of the hydrological problems concerned.

Bibliography.

Damas, D. 1905. "Notes Biologiques sur les copépodes de la Mer Norvégienne." Cons. Perm. Internat. p. l'Explor. de la Mer, Publ. de Circ. No. 22.

Gibbons, S. G. 1933a. "A New Type of Sampler for Use in the Quantitative Analysis of Plankton Collections." Journ. du Conseil, Vol. VIII, No. 2.

Gibbons, S. G. 1933b. "A Study of the Biology of *Calanus finmarchicus* in the North-Western North Sea." Fisheries, Scotland, Sci. Invest. 1933, No. 1.

Gran, H. H. 1902. "Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt." Rep. Norweg. Fish. Mar. Invest. Vol. II, No. 5.

Hardy, A. C. 1925. "The Herring in Relation to its Animate Environment. Part II." Min. Agric. and Fish., Fish. Invest. Ser. II, Vol. 8, No. 7.

Hardy, A. C. 1926. "A New Method of Plankton Research." Nature, Vol. CXVIII, p. 630.

Hardy, A. C. 1935. "The Continuous Plankton Recorder: A New Method of Survey." Cons. Perm. Internat. p. l'Explor. de la Mer., Rapp. et Proc.-Verb. Vol. XCV.

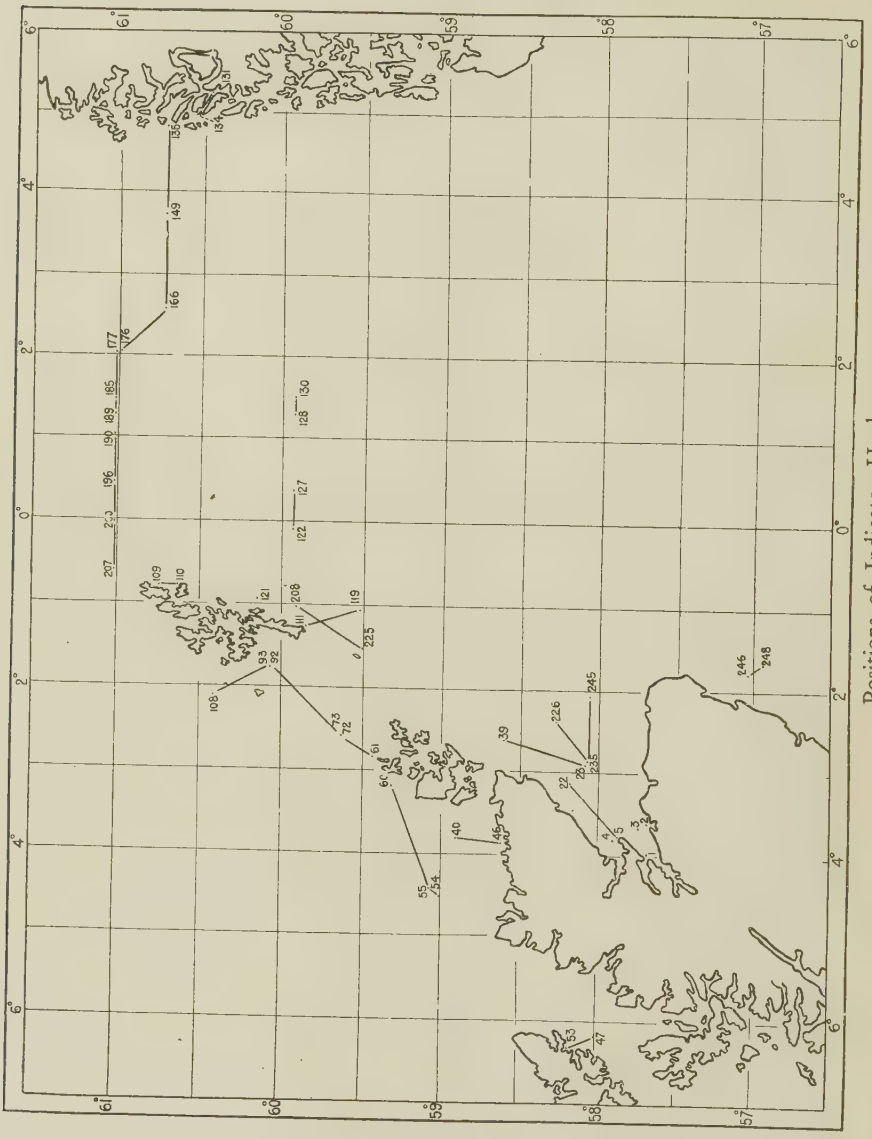
Hardy, A. C. 1936a. "The Continuous Plankton Recorder." Discovery Reports XI, pp. 457—510.

Hardy, A. C. 1936b. "On the Uneven Distribution of Oceanic Plankton." Discovery Reports XI, pp. 511—539.

Hardy, A. C. and Gunther, E. R. 1935. "The Plankton of the South Georgia Whaling Grounds and Adjacent Waters 1926—1927." Discovery Reports Vol. XI.

Hardy, A. C., Henderson, G. T. D. H., Lucas, C. E. and Fraser, J. H. 1936. "The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator." Part I, by A. C. Hardy. Journ. Mar. Biol. Assoc., N.S. Vol. XXI, No. I.

Russell, F. S. 1935. "A Review of Some Aspects of Zooplankton Research." Cons. Perm. Internat. p. l'Explor. de la Mer. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. XCV.



Tait, J. B. 1930 and 1931. "The Surface Water Drift in the Northern and Middle Areas of the North Sea and in the Faroe-Shetland Channel." Fisheries, Scotland, Sci. Invest. 1930, Nos. 2 and 4, 1931, No. 3.

Tait, J. B. 1934. "Surface Drift-Bottle Results in Relation to Temperature, Salinity and Density Distributions in the Northern North Sea." Cons. Perm. Internat. p. l'Explor. de la Mer. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LXXXIX, Pt. III, No. 8.

Wood, H. 1937. "Movements of Herring in the Northern North Sea." Fisheries, Scotland, Sci. Invest. (In the Press).

Die Zucht und Konservierung der Polychaetenlarven.*)

Von

W. Nolte,
Kiel.

ÜBER den Fang der adulten Polychaeten — zur Gewinnung der Geschlechtsprodukte — macht Fauvel (1923, 1925) Angaben, auf die hier verwiesen wird.

Planktonfänge der Larven sind vermutlich viel häufiger, als sie in den Planktontabellen erscheinen, weil es in den meisten Fällen sehr grosse Schwierigkeiten macht, die kleinen Wesen, die verhältnismässig spärlich vorkommen, aus der grossen Masse des Crustaceenmaterials herauszufinden. Ob es angebracht wäre, den Eimer des Planktonnetzes mit einem Diaphragma aus grobmaschiger Gaze zu versehen, um eine oberflächliche Scheidung zu ermöglichen? — Im Gullmarfjord in Bohuslän sind die Annelidenlarven zu Zeiten so zahlreich, dass man in einem Eimer Seewassers jedesmal eine ganze Menge fängt. Herpin (1925) fängt bei Cherbourg mit und ohne Licht mit Hilfe eines Fischerbootes, an dessen Aussenwand er als Lichtquelle eine einfache Sturmlaterne, die mit Petroleum gespeist wird, anbringt. Als Netz verwendet er ein einfaches Stück Baumwolle, das er anstelle des Garnes an einem Senknetze anbringt. Er bekommt auf diese Weise errante Polychaeten in allen Grössen und viele Larven. Nolte verwendet mit Erfolg die Apstein'sche Planktonröhre, an der allerdings der Eimer, der mittels Bayonettverschluss befestigt ist, noch mit einer Schraube gesichert werden muss, da er sonst häufig verloren geht; bei kurzen Fahrten — es eignet sich dazu jeder Dampfer und Motorsegler auf der Kieler Förde — wurde ein unten geschlossener Halbzylinder über den Eimer und die halbe Röhre gestülpt und mit einer Schraube festgelegt; in diesen, der mit Seewasser halb gefüllt ist, wird die Röhre nach dem

[1]) Die Arbeit war vom Verfasser mit für *Annelidenlarven* (Nolte, W., 1936 — *Nordisches Plankton*, XXIII Lieferung, Lipsius & Tischer, Kiel und Leipzig) vorgesehen, vom Herausgeber aber als über den Rahmen des Werkes hinausgehend herausgenommen worden. Die Literatur für diese Arbeit wird in dem Literaturverzeichnis der *Annelidenlarven* zu finden sein, von denen bisher (1936) die ersten Familien im Druck vorliegen.

Fange eingesetzt; dadurch steigt das Wasser natürlich auch in den Fangraum, und das Plankton bleibt am Leben, bis es unter dem Mikroskop untersucht werden kann; der Apparat ist natürlich vor Erwärmung an der Luft möglichst zu schützen; in 1936 machte N o l t e mit dem Schwedischen Motorsegler "Göta"[1]) eine Fangreise von Kiel nach Smögen und von dort nach der Station der k. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Kristineberg, wo mit dem Motorsegler der Station "Sven Loven" und Motorbooten mit der Röhre gefischt wurde; dann wurde ein Segelboot mit Hilfsmotor von Kristineberg nach Smögen und von da wieder "Göta" benutzt; ein Fang dauerte eine Stunde und brachte die gewünschte Oberflächenplanktonprobe; es wurde dauernd auf der Reise gefangen, je 37 Stunden hintereinander mit einigen Ausfällen durch Sturm; die Röhre, die von einem Mann zu bedienen ist, hat sich ausgezeichnet bewährt; Modifikationen, die vorgesehen sind in Bezug auf die Anzahl der Röhren und Tiefenstellung, werden vermutlich brauchbar sein.

Diejenigen Autoren, die sich mit der Beschreibung der Wurmlarven beschäftigen, beginnen damit erst, wenn die Bewimperung vorhanden ist. Das ist aber bei den einzelnen Arten ganz ausserordentlich verschieden. Es wäre besser, wenn die Untersuchungen bereits vom Ei ab beginnen. Es wären durch die Beobachtung der Cleavage viele Fehler vermieden worden, die sich ergeben, wenn die Beschreibung nur nach Planktonexemplaren erfolgt. Solche Beschreibungen können nur wenig befriedigen, da es oft nicht möglich ist, ohne anatomische Untersuchungen den Bau so wichtiger Organe wie das des Prototrochs zum Beispiel zu erkennen. Die Grenze zwischen der Cleavage und dem Larvenstadium ist ein Einschnitt, der gewaltsam erfolgt, nicht zum Vorteil der Klarheit. Diese Überlegungen ergeben die Wichtigkeit der Aufzucht, wenn die Verhältnisse bei den Larven, was doch der Zweck ist, vollständig geklärt werden sollen. Es ist notwendig, dass die Forscher, die sich mit den Wurmlarven beschäftigen, auch über die Vorgänge bei der Cleavage orientiert sind. Aus diesen Erwägungen heraus ist etwas auf die Cleavage eingegangen.

Die Aufzucht der Larven ist in Bezug auf das zeitliche Geschehen in hohem Masse von der Umwelt abhängig. Die Cleavage liefert nur die Grundlage für das, was aus einem Individuum werden kann; was tatsächlich aus ihm wird, das ist in einem Masse von den Aufzuchtsbedingungen abhängig, dessen Bedeutung nicht hoch genug anzusetzen ist. Aus diesen Überlegungen erhellt, dass die Bedingungen, unter denen die Zucht stattfindet, möglichst naturgemäss und möglichst einheitlich gestaltet werden. Auch die Anfertigung und Behandlung der Präparate ist nicht minder wichtig, da die verschiedenen Behandlungsweisen auf die zarten Gebilde der Larven einen Einfluss ausüben, der die natürliche Form so abzuändern vermag, dass die Präparate ein und derselben Larvenart nach verschiedener Behandlung so abweichend aussehen, dass ein mit den Verhältnissen nicht vertrauter Forscher niemals vermuten

[1]) "Göta" SD 565, Kapt. Hanson, Råssö, Schweden.

würde, dass diese Wesen zu ein und derselben Art gehören. Deshalb muss auch die Art und Weise der Beschreibung der Behandlung der Larven beim Präparieren einen Umfang annehmen, den zu beschränken nur auf Kosten der Genauigkeit der künftigen Untersuchungen möglich wäre.

Allgemeines.

Die Befruchtung: Die Vereinigung des Sperma mit dem Ei kann bei den Anneliden zu sehr verschiedenen Zeiten stattfinden, z. B. bei *Dinophilus* im Stadium des Oogoniums, bei *Nereis* kurz vor der Reifung, bei *Chaetopterus* nach der Prophase der ersten Reifeteilung. Manchmal wie bei *Nereis,* dringt nur der Nucleus in das Ei ein, während das Mittelstück ausserhalb des Eies verbleibt. Deshalb ist der Aster befähigt, *de novo* im Zusammenhang mit dem Nucleus des Sperms zu entstehen und braucht nicht derselbe zu sein, wie der in dem Mittelstück. Die drei Resultate der Befruchtung sind folgende:

1. Der Ansporn des Eies zur Aktivität, Cleavage und Entwicklung;
2. die Übertragung der Erbeigenschaften von dem Vater sowohl wie von der Mutter;
3. bei einigen Formen die Determination eines Planes von bilateraler Symmetrie im Ei.

Parthenogenesis: Die Entwicklung eines Eies ohne Spermien kommt bei den Anneliden z. B. bei *Dinophilus* vor.

Hybride: Versuche der larvalen Hybridisation zeigen:

1. der Effekt der Aktivierung durch das Spermium kann getrennt werden von dem Effekt der Vererbung;
2. einige Faktoren für die Charaktere des Phylons, der Klasse und der Ordnung können durch das Cytoplasma des Eies übertragen werden;
3. einige Faktoren der Charaktere der Gattung, der Art, der Varietät und des Individuums werden durch den Nucleus übertragen, und sie sind deshalb fähig, unabhängig von beiden Eltern zu wirken.

Cleavage ist ein Prozess der Zellteilung, wodurch das Ei in eine Anzahl von kleineren Blastomeren aufgeteilt wird. Der Prozess muss einfach angesehen werden als eine Zellularisation des Eies. Bei dem Ei von *Chaetopterus* kann die Cleavage gänzlich verhindert werden, und dennoch können gewisse Erscheinungen der Entwicklung nichtsdestoweniger eintreten wie die Entwicklung der Wimpern und die Wiederordnung von inneren Materialien. Die Cleavage wird modifiziert durch die Gegenwart von Dotter, der der Teilung in Zellen Widerstand entgegensetzt.

Polarität: Die Eier der Anneliden besitzen eine Achse und weisen, selbst wenn sie kugelförmig sind, zwei Pole auf. Ein Pol ist charakterisiert durch die Nähe des Nucleus, dem Punkte, wo der Polkörper ausgestossen wird, und durch das Fehlen von Dotter. Es ist dies der animale Pol, der schliesslich das vordere Ende und der Kopf des Organismus wird. Der andere, der vegetative Pol, enthält den Dotter, wenn solcher überhaupt vorhanden ist. Der Besitz dieser Achse macht das Ei radial-symmetrisch.

Kernteilung während der Cleavage: Als ein Resultat der Cleavage ist das Ei in eine Anzahl von Blastomeren aufgeteilt, die mit der Zeit den Ursprung geben für die verschiedenen und differenzierten Regionen des Embryo. Es ist nicht unwichtig zu erkennen, ob der erste Schritt bei dieser Differenzierung erfunden wird in qualitativer und äqualer Teilung der Kerne der verschiedenen Blastomeren und unäqualer Verteilung des Kernmaterials. Wenn dieses durch Experimente festgestellt werden kann, dann würde es eine tatsächliche Erklärung des Ursprungs der Differenzierung der Teile bedeuten.

Die Richtung der Kernspindeln kann kontrolliert werden. Durch die Pressung von Eiern zwischen Glasplatten kann gezeigt werden, dass die Spindeln sich verlängern in der langen Achse des Protoplasma, und dass die Furche, die die beiden Zellen teilt, im rechten Winkel zu dieser Achse liegt. Durch die Pressung von Eiern von *Nereis* zwischen Glasplatten kann man erzielen, dass acht von jeder Art entstehen, während das normale Ei zwölf kleine (Mikromeren) und vier grosse (Makromeren) auf dem 16 Zellen-Stadium besitzt. Die Mikromeren liefern das Ektoderm und die Makromeren das Entoderm. Die normale Entwicklung folgt darauf, obwohl vier Nuclei, die normaler Weise in ektodermalen Zellen liegen, in das Entoderm zu liegen kommen. Dies ist ein Beweis dafür, dass die Kerne der Blastomeren während der Cleavage qualitativ identisch sind, und dass die Ursache der Differenzierung nicht in der Teilung des Nucleus liegt. Die Differenzierung findet ihre Ursache in der unäqualen Teilung des Cytoplasma.

Die inneren Faktoren der Entwicklung werden übertragen von den Eltern auf die Entwicklung des Eies. Sie wirken mit anderen Faktoren, die ausserhalb der Zelle liegen, zusammen (den äusseren Faktoren). Es ist notwendig zu untersuchen, ob alle die inneren Faktoren, die während der verschiedenen Stadien der Entwicklung wirken, schon im befruchteten Ei aktiv vorhanden sind. Das ist nicht der Fall.

Bei dem Zwei-Zellen-Stadium des Eies vom Frosch kann man eine Blastomere mit einer Nadel töten; die andere entwickelt sich im Mosaik als eine Hälfte. Wird andererseits die getötete Blastomere entfernt, so nimmt die übrig bleibende Kugelform an und entwickelt sich zu einem vollständigen Embryo. Deshalb muss der eine der Faktoren, der bei der normalen Entwicklung einen halben Embryo aus zwei Zellen entstehen lässt, die Gegenwart der anderen Blastomere sein. Aber die Gegenwart dieser anderen Blastomere ist kein Faktor, der als solcher in einem Ei existiert.

Es gibt also nicht nur Faktoren *in* dem Ei, sondern ausserhalb von ihm sind andere vorhanden, die an der Natur der wechselseitigen Beziehungen, Lagerungen und Zwischenspielen von Teilen teilhaben, Faktoren, die nicht im Ei zugegen waren, aber die indirekt denen in dem Ei zugeschrieben werden müssen. Diese sind von grosser Wichtigkeit für das Wachstum bei den späteren Stadien der Entwicklung. Obgleich sie innerhalb der Organismen liegen, sind sie oft mehr dem Einflusse äusserer Bedingungen zugänglich.

Achsial-Gradienten: Die Art des Metabolismus der Gewebe ist nicht

für alle Teile der Anneliden dieselbe. Es gibt eine Region von hoher Aktivität im Protoplasma, die mit dem vorderen Ende des Tieres zusammenfällt, die dem Vegetationspunkte der Pflanzen entspricht. Von dieser Region ab fällt der Betrag fortschreitend gegen das Hinterende ab, sodass dort ein Abfall (Gradient) vorhanden ist. Da dieser Gradient mit der Achse des Tieres übereinstimmt, wurde er als Achsialgradient bezeichnet.

Dieser Gradient kann durch verschiedene Methoden nachgewiesen werden. Kaliumpermanganat ist eine Substanz, die die oxydierende Aktivität des Protoplasmas reduziert: in der Färbung eines braunen Tones wird der Niederschlag von Magnesiumdioxyd erzeugt. Dabei wurde gefunden, dass ein Abfall der Färbung längs der Achse der Larve erfolgt, der den Status der Aktivität des Oxydierungsprozesses in den verschiedenen Regionen enthüllt, wenn die Larven in Kaliumpermagnat-Lösung versetzt werden.

Der Grad der Oxydation kann durch die Menge von Kohlendioxyd gemessen werden, die abgegeben wird; sie kann genau durch das Tashiro-Biometer festgestellt werden, dessen Prinzip die Beobachtung der Bildung eines Niederschlages in einem Tropfen einer Bariumhydroxyd-Lösung ist. Vermittels dieser Methode kann ein Zehnmilliontel Gramm Kohlendioxyd gemessen werden; auf diese Weise wird der Achsialgradient des metabolischen Wertes bei den Larven festgestellt.

Die Tätigkeit des Protoplasmas verrät auch elektrische Vorgänge; ein Abfall von elektrischem Potential ist auf der Achse der Larve festzustellen. Die Gegenden einer hohen Rate sind elektro-negativ gegenüber den anderen in den äusseren Bezirken.

Die Empfindlichkeit der verschiedenen Regionen gegenüber Giften enthüllt die Existenz von Achsialgradienten; der Abfall der Empfindlichkeit hängt ab von der Aktivität des Protoplasmas in einem besonderen Teile. Bei hochkonzentrierten Giften (man kann verschiedene Reagenzen anwenden, wie Cyanide, Alkohol und Säuren, denn ihre Wirkung ist nicht spezifisch für die Gifte, sondern für die metabolischen Prozesse, wie daraus erhellt, dass ultraviolettes Licht denselben Effekt hervorruft) erliegen die Gegenden der höchsten Raten zuerst, während die anderen den Gradienten abwärts folgen. So wird der animale Pol des Eies, der Kopf der Larve, zuerst angegriffen.

Gegenüber zu sehr verdünnten Lösungen besitzen die Larven die Fähigkeit sich anzupassen; aber in diesem Falle zeigt die Region der höchsten Rate die grösste Anpassungsfähigkeit. Diese Methode kehrt also die Resultate der vorigen Methode um, und die Regionen der höchsten Rate werden zuletzt angegriffen.

Der nächste Schritt ist die Feststellung der Beziehungen zwischen den Achsialgradienten und der Anordnung und Lage der verschiedenen Strukturunterschiede. Bei der *Trochophora*-Larve ergibt sich, dass das Kopfende die Region der höchsten Rate ist. Die Anwendung von Giften in diesem Stadium bringt Larven mit anormal schmalen Köpfen hervor. Später wird die Gegend des Blastoporus, wo die lebhafteste Zellteilung vor sich geht, die Region der höchsten Rate; und die Ein-

wirkung der Gifte in diesem Stadium bringt Würmer mit anormal grossen Köpfen hervor. Es ist dieses der Beweis dafür, dass bei der Änderung des Gradienten sich die Struktur der Organismen ändert.

In der gleichen Weise, wie sich die grosse Achse längs der Mittellinie vom Prostomium zum Pygidium erstreckt, gibt es kleinere Achsen von der Mittellinie zur Seite. Diese sind durch Regenerationsversuche nachgewiesen. Schliesslich gibt es noch dorso-ventrale Achsen.

Es scheint hier eine Übertragung von Reizen von der Region der höchsten metabolischen Rate vielleicht der Übertragung von Nervenreizen vergleichbar zu sein.

Plastizität: Bei verschiedenen Tieren ist es erwiesen, dass die Blastomeren totipotent sind. Diese Eigenschaft kann bis zu den späteren Stadien wie dem der Blastula und dem der frühen Gastrula persistieren; sie wird nachgewiesen durch die Fähigkeit jedes einzelnen Gewebestückes, den Ursprung zu bilden für Strukturen, die es normalerweise niemals ausbilden würde. Die Gewebestücke sind eben noch nicht unwiderruflich determiniert, sondern sie sind noch plastisch.

Regeneration ist die Fähigkeit zur Wiederherstellung von Teilen die amputiert oder auf andere Weise verloren gegangen sind. Sie zu studieren ist von grösstem Belange, da sie eine der wichtigsten Eigentümlichkeit der lebenden Materie sind. Sie fallen aber nicht in diesen Rahmen.

Die künstliche Zucht.

Vorbemerkung.

D. P. Wilson in Plymouth und R. Herpin in Cherbourg, beides Forscher, die in der neuesten Zeit im Züchten von Annelidenlarven erfolgreich gewesen sind, haben beide *Nereis pelagica* behandelt. Das Resultat ist folgendes:

Herpin's Larven schlüpften auf einem späteren Stadium, damals sieben Tage alt; sie besassen in der Eikapsel den Prototroch, der verschwand, bevor sie selbsttätig frei wurden. Beim Schlüpfen waren sie zum Schwimmen unfähig und krochen nur. Wilson's Larven waren mit einigen Wimpergürteln versehen, mindestens aber mit Teilen von Gürteln, und schwammen lebhaft in den ersten fünf Tagen; sie gingen zum Kriechen über in dem Grade, wie die Wimpern verschwanden; diese verschwanden langsam. Sie konnten aber noch ein wenig schwimmen, als sie achtzehn Tage alt waren. Das letzte Stadium, das Herpin abbildet, war 28 Tage alt, und wenn überhaupt, dann nur wenig zurückgeblieben hinter Wilson's 18 Tage alten Larven. Herpin gibt an, dass seine Larven im Alter von 83 Tagen nur etwas mehr entwickelt waren als seine 28tägigen und Wilson's 18tägigen.

Wenn solche Unterschiede auftreten können bei sorgfältigster Beobachtung, dann erhellt daraus der Wert, den Spekulationen über die Dauer des planktischen Lebens haben, die Autoren anstellen, die auf gelegentliche Planktonfänge angewiesen sind.

Auch bei ein und demselben Forscher ergaben sich bei der gleichzeitigen Aufzucht von Larven ein und derselben Art sehr erhebliche Abweichungen. D. P. Wilson züchtet gleichaltrige Larven derselben *Nereis* in Tauchplattenaquarien und in Fingerschalen. Die ersteren stehen im Keller, die letzteren werden im wärmeren Labor künstlich durch fliessendes Wasser gekühlt, sind aber den Temperaturschwankungen mehr ausgesetzt als die im Keller befindlichen. Ausserdem werden die Fingerschalen nicht durchlüftet; sie sind durch eine übergelegte Glasplatte vor Verdunstung, soweit es geht, geschützt. Trotzdem entwickeln sich die Larven in der schwankenden Temperatur und bei der mangelnden Durchlüftung langsamer, als die in den Tauchplattenaquarien. Herpin hält seine Larven in kleinen Aquarien ohne Durchlüftung und unter Verdunstungsschutz ohne Temperaturregelung. Während Wilson mit *Nitzschia* füttert, macht Herpin keine Fütterung.

Die Larvenstadien sind nicht immer gleich empfindlich; ein besonders kritisches Stadium ist, wie an anderer Stelle ausgeführt, das Metatrochophorastadium; auch die einzelnen Arten verhalten sich bei der künstlichen Zucht sehr verschieden; vollständig erfolglos hat sie sich bisher z. B. bei den Maldaniden erwiesen.

Bei getrenntgeschlechtlichen Würmern ist es notwendig, dass die Geschlechter sorgfältig beim Fange getrennt werden, da sonst die Eier unmittelbar befruchtet werden und so dicht von Spermien eingehüllt werden können, dass sie später schwer zu untersuchen sind. Bei der künstlichen Befruchtung darf aus diesem Grunde auch nur ein Minimum von Spermien zugesetzt werden.

E. B. Wilson untersucht die Eier in Cleavage, die er mit einer Pipette aufgesogen hat, auf einem gewöhnlichen Objektträger, unter dem er an der einen schmalen Seite Wachsfüsschen angebracht hat. Dadurch ordnen sich die Eier von selbst in eine einfache Lage ein. Durch Bewegung des Deckglases können die Eier gerollt werden; diejenigen, welche Öltröpfchen besitzen, schwimmen mit diesen nach oben, während der animale Pol unten liegt. Schwimmende Larven lähmt er im Wasser durch einige Tropfen einer schwachen Kokain-Methyl-Alkohol-Lösung, wodurch die Wimpern zum Stillstand kommen. Intravitam-Färbung durch 1 %ige Methyl-Blau-Lösung gibt zwar keine differenzierte Färbung, hebt aber in gewissen Stadien das Protoplasma und die Zellgrenzen sehr schön hervor.

Als beste Intravitam-Färbung für die Cleavage fand Fr. Lillie zur Darstellung der Teilauslese der Plasmaarten der Eizelle nach dem Vorgange von Alfred Fischel (1899, *Anatomische Hefte,* 1. Abt. Bd. XI) Neutralrot, von dem er 2½ Teile einer gesättigten Lösung 75 Teilen Seewasser hinzusetzte. Die Eier entwickelten sich vollständig normal in dieser Lösung.

Für die Konservierung der Embryonen zum Schneiden erfand E. B. Wilson am besten die Flemming'sche und Perenyi's-Lösung. Kleinenberg's Pikrin-Essig, der bei vielen Anneliden sehr schöne Resultate gibt und der von v. Wistinghausen mit gutem

Erfolg bei *N. Dumerilii* angewandt wurde, befriedigte nicht bei der amerikanischen *Nereis;* dagegen war bei dieser Lang's Sublimat-Essig-Mischung, die v. Wistinghausen unbefriedigend fand, sehr gut zu gebrauchen. In den Lösungen wurden die Eier 10—30 Minuten gelassen. Für Oberflächenansichten und optische Schnitte mischte er Essigsäure je nach Versuch zu verschiedenen Teilen mit Glycerin Wasser; ferner war eine Mischung von Glyzerin, Eisessig und Wasser zu gleichen Teilen nützlich; die Eier werden direkt in diese Lösung hineingetan und können dort unbeschränkte Zeit aufbewahrt werden; sie verändern darin ihre Form für einige Wochen nicht, ausser dass die Vacuolisation des Protoplasmas zunimmt. Zur Untersuchung wird eine Anzahl Eier noch in der Flüssigkeit in ein Uhrglas gebracht und wenige Tropfen von Schneider's Carminessig (gesättigte Lösung von Carmin in 45 %iger Essigsäure-Lösung) hinzugefügt. Die Farbe soll hellrot sein, wozu 5 Minuten ausreichen, worauf die Eier wiederholt mit Glyzerin-Essig behandelt werden, bis das überflüssige Rot entfernt ist; sie werden durchsichtiger, wenn das Wasser in einigen Stunden verdunstet ist; nach 1 oder 2 Tagen beginnen die Farben sich zu ändern und zu dunkeln. Die besten Exemplare werden ausgesucht, schwach gepresst und sorgfältig unter Benutzung des Deckglases mit einer Nadel hin und hergerollt, wodurch die Zellen schrittweise von einander getrennt werden; man hört damit auf, wenn die Zellen eine Spur der Trennung zeigen. Das Protoplasma ist fahlrot gefärbt, die Kerne und die Kernteilungsfiguren sind vollkommen klar, und besonders erscheinen die Zellgrenzen mit vollkommener Klarheit. Indessen können diese Präparate nicht für die Dauer erhalten werden. Gute Dauerpräparate kann man von in Flemming'scher oder Perenyi's-Lösung gehärteten Individuen bekommen, die in Balsam oder Glyzerin eingelegt werden und mit Haematoxylin oder Kochenille-Eiweiss gefärbt werden; aber sie können nicht mit den vorigen verglichen werden. Die mit der letzteren Flüssigkeit konservierten Exemplare dunkeln mit der Zeit nach, möglicherweise infolge der Einwirkung des Tannins, wenn Korken gebraucht wurden. Solche Präparate halten sich oft ungefärbt in Balsam gut.

Schon zu Anfang können die Larven in den Zuchtgefässen pathologische Veränderungen im Plasma erleiden, die zu anormaler Entwicklung führen. Die Gefahr, dass solche pathologischen Larven als typisch beschrieben sind, ist sehr gross, da sie keineswegs immer frühzeitig absterben. *Lepidonotus* von Desor und [nach D. P. Wilson (1932)] auch die Mitrarien von Cialona (1904) sind Beispiele: die Mitrarien metamorphosierten sogar zu anormalen Würmern!

Diejenigen Forscher, die die jungen Larven in den Zuchtgefässen ohne Fütterung gehalten haben, äussern sich nicht darüber, ob vor dem Eingehen der Larven irgendwelche pathologische Veränderungen eintraten. Es ist sicher, dass eine Reihe von Larven ohne Fütterung sogar sich zu normalen Würmern entwickeln können; ebenso sicher sind aber Hungerformen beschrieben worden. Dass das Hungern nicht ohne Einfluss auf die Dauer des Planktonlebens gewesen sein wird, liegt auf

der Hand. Die Angaben über die Dauer des Planktonlebens sind überhaupt mit grösster Skepsis aufzunehmen.

Die Aufzuchtsbedingungen.

Eine normale Entwicklung ist nur möglich in einer Umwelt, die den normalen Verhältnissen möglichst nahe kommt! Von wesentlichem Einfluss auf die Entwicklung der Larven scheinen folgende Punkte zu sein:

(1) Die Zuchtgefässe.
(2) Die Konzentration und Sterilität des Seewassers.
(3) Die Durchlüftung.
(4) Die Wellenbewegung.
(5) Die Temperatur.
(6) Die Lichtverhältnisse.
(7) Die Fütterung.
(8) Der Augenblick der Befruchtung.
(9) Freiwasser-Aquarien.

(1) *Die Zuchtgefässe:* Bei seinen Aquarienbeobachtungen nimmt Herpin einfache Glasgefässe ohne Ventilation, häufig sogar Petrischalen, die er gegen Verdunstung und Staubfall durch aufgelegte Glasplatten schützt. D. P. Wilson verwendet in der Hauptsache fingerbowls, Fingerschalen, wie man sie bei Tisch hat, aus ungefärbtem Glas; sie fassen ca. 500 c.cm. und werden zu ⅔ mit Seewasser gefüllt. Die besten Erfolge hatte er mit plunger-jars; grosse Glasgefässe, Käseglocken vergleichbar, wie sie der Kaufmann hat, werden mit der Öffnung nach oben und mit der Kugel nach unten auf eine sichere Unterlage gestellt und als Tauchplattenaquarien verwandt.

(2a) *Das Seewasser:* Wenn Herpin das Seewasser für die Aquarien den kleinen Tümpeln der Fucuszone entnimmt, hält er für unnötig, es vorbereitend zu behandeln; wenn er es von seinen nächtlichen Fängen mitbringt, filtriert er es und lässt es vor Ingebrauchnahme einige Wochen stehen. D. P. Wilson benutzt ausschliesslich Seewasser "von draussen", meistens aus der Gegend des Eddystone-Leuchtturms, das er vor Gebrauch durch einen Berkefeld-Filter hindurchlaufen lässt. Die Aquarien enthalten ausser dem Futter nichts als reines Seewasser. Die Larven sind bei einiger Übung als weisse Pünktchen im Wasser zu erkennen und werden mit Hebern — Glasröhren — zu Versuchszwecken herausgefischt. Diese Larven werden nicht wieder zurückgesetzt. Das Wasser wird während der Versuche nicht erneuert. Es ist darauf zu achten, dass es immer klar bleibt.

Wenn die Gefässe offen stehen, verdunstet das Wasser, während die Menge der Salze gleich bleibt. Dadurch ändern sich die Lebensbedingungen; die Larven reagieren darauf. Unter dem Deckglas ruft geringe Verdunstung bereits Bewegungslähmung hervor. Der Wasserstand muss daher immer auf der Höhe der ursprünglichen Marke gehalten werden. Zur Auffüllung darf nur *aqua dest.* verwandt werden, da durch Zusatz von dest. Seewasser die Konzentration wieder geändert

würde. Auch Auffüllen von Süsswasser kann Schädigungen herbeiführen, da in ihm andre Salze als im Seewasser vorhanden sind. Das Schwefelion ist nötig zur Entwicklung des Darmes; wenn Chlor fehlt, hört die Cleavage auf; Mangel an Kali ruft Störungen hervor und führt zum frühzeitigen Tode; wenn Kalcium fehlt, hört der Zusammenhang der Blastomere auf, die dann auseinander fallen.

Das unbehandelte Seewasser ist am besten, wenn es nach längerem Stehen einen goldgelben Farbton angenommen hat, der sich nach einigen Wochen einstellt.

(2 b) *Osmotischer Druck:* Wenn ausserhalb der Larve eine niedrigere Konzentration von Substanzen als in der Innenseite ist, dann wird der Druck auf die innere Oberfläche grösser, und das Bombardement der Moleküle ist dann grösser als auf die äussere Fläche. Infolgedessen wird die Membran nach aussen gedrückt, wodurch der Innenraum grösser wird. Dieser wird dann aufgefüllt durch Wasser, das durch die Membran dringt. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn die Larve sich in einer hypertonischen Lösung befindet.

Bei konservierten Larven treten bei der Deflation Schrumpfungen ein; wo innere Organe solche unmöglich machen, werden durch so entstandene Höcker äussere Organe ausgeprägt, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Bei lebenden Larven braucht die Folge der Änderung des Druckes erst garnicht sichtbar zu werden, um schwere Schädigungen herbeizuführen.

Da die Eihülle in vielen Fällen zur Larvenhaut wird oder damit verschmilzt, so werden die Verhältnisse hier ebenso aufgefasst werden können, wie beim befruchteten Ei, wo man sie experimentell prüfen kann. Es sind nicht nur eine, sondern zwei semipermeable Wände vorhanden, nämlich 1) die Plasmamembran, die die Zelle begrenzt, und 2) die Nuclearmembran, die die Oberfläche des Cytoplasma begrenzt. Diffundierende Farbsubstanzen verteilen sich gleichmässig im Cytoplasma; die Verteilung wird begrenzt an der Nuclear- und Plasmaregion. — Durch Änderung der NaCl-Lösung wird eine solche im osmotischen Druck herbeigeführt, die ihren Einfluss in der Potentialdifferenz geltend macht. — Es gilt also die Potentialdifferenz zu vermeiden. Wird statt des *aqua dest.* eine dem Gehalt des Meerwassers an NaCl entsprechende Kochsalzlösung als Lösungsmittel für die Chemikalien verwandt, dann werden die Schrumpfungen ausbleiben: dies wurde durch Verwendung einer 2 %igen Kochsalzlösung in den Konservierungsmitteln erreicht!

(3) *Durchlüftung:* Die meisten Larven vertragen eine Durchlüftung durch hineingeblasene Luft n i c h t!

Eier von *Nereis,* die aus irgendeinem Anlass von dem Muttertiere, das ihnen durch seine undulierenden Bewegungen Atemwasser zuführt, entfernt werden, gehen unfehlbar zu Grunde.

In den Tauchplattenaquarien wird der Sauerstoffgehalt durch die Wasserbewegungen reguliert; das Wasser sättigt sich während der Berührung mit der Luft ausreichend. Die Tauchplattenaquarien, kurz Tauchaquarien, sind im *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*

eingehend beschrieben. Sie werden dadurch sehr teuer, dass sie ständig laufendes Wasser erfordern und eine dementsprechende Apparatur.

Nolte ersetzt die Kraftleistung des fliessenden Wassers durch einen winzigen Motor, der eine Scheibe in Bewegung setzt, auf der exzentrisch eine zweite Scheibe angebracht ist; diese betreibt einen Hebelarm, der eine über dem Aquarium befestigte Welle rotieren lässt, an der verstellbare Hebelarme angebracht sind; daran hängen an Schnüren glattwandige Blumentöpfe mit der grossen Öffnung nach oben. Diese tauchen in die Aquarien beim Senken des Hebelarmes ein und heben beim Steigen eine entsprechende Menge Wasser über die Oberfläche, das während des Steigens durch die untere Öffnung, durch die die Schnur hindurchgeht, z. T. wieder ausströmt, sich dabei mit Luft anreichert und ausserdem Luft mit in das Wasser hineinreisst. Wenn die Töpfe, die nur unten an der durchlaufenden Schnur befestigt sind, aus dem Wasser herausgehoben werden, kippen sie zur Seite und erschüttern dadurch das Wasser; ebenso, wenn sie wieder ins Wasser gesenkt werden. Dadurch entsteht eine Wellenbewegung. Die Durchlüftung des Wassers, die auf diese Weise erzielt wird, reicht aus, um selbst ziemlich grosse Fische genügend mit Sauerstoff zu versorgen. An der Gegenseite der Hebelarme sind an anderen Armen Gewichte angebracht, die das Gewicht der Töpfe ausgleichen, sodass der Motor praktisch nur die Drehung der Welle und das Heben des Stempels zu betreiben hat.

(4) *Die Wellenbewegung:* Die Bedeutung der Wellenbewegung, die neben der Durchlüftung der Aquarien durch die Tauchplatten erzielt wird, ist sehr wahrscheinlich nicht ohne Folgen für das Gedeihen der Larven, wie aus den Versuchen D. P. Wilson's hervorzugehen scheint, wenn man die Resultate der Aufzucht in Fingerschalen und Tauchplattenaquarien miteinander vergleicht. Hempelmann erzielte in Neapel mit ganz schwachem Durchlüftungsstrome in kleinen Gefässen Wellenbewegung, ohne dass Schädigungen eintraten.

(5) *Die Temperatur:* Herpin macht über die Temperaturregelung keine Angaben, während D. P. Wilson es für sehr wichtig hält, stark wechselnde Temperaturen zu vermeiden. Seine Tauchplattenaquarien stehen in unterirdischen Räumen, während er die Fingerschalen im Labor zur Niedrighaltung der Temperatur von fliessendem Wasser umspülen lässt; in sehr kalten Nächten werden sie zweckmässig mit warmem fliessenden Wasser auf Temperatur gehalten. Die einzelnen, kaum $^1/_4$ l. Wasser enthaltenden, mit Glasdeckeln versehenen, Zuchtgläser wurden von Hempelmann in Neapel in ständig fliessendes Seewasser gesetzt in den Laboratorien, sodass der Wasserstand von aussen und innen ungefähr gleich war. So blieb die Temperatur des Wassers in den Gläsern vor Schwankungen innerhalb kurzer Zeit bewahrt und sogar tagelang ziemlich konstant. Allerdings stieg sie in den warmen Sommermonaten in den Aquarien, die im Winter durchschnittlich 14° warm waren, allmählich bis auf 23°, ja einmal Anfang August auf 23½°. Dabei hielt sie sich von März bis Juni auf etwa

20° C.; die Temperatur des Meeres betrug im Winter durchschnittlich 16—17°, im Sommer stieg sie im August bis 26°.

Das schwierigste Problem bei der künstlichen Zucht ist eben die Innehaltung der Temperatur, die den natürlichen Verhältnissen entspricht. Die Larven von *Nereis* (E. B. Wilson) entwickelten sich unter der Wärme der Lampe bei den nächtlichen Untersuchungen schneller als die in nicht untersuchten Zuchtgefässen aus dem gleichen Satze! — Wasser von 25° C. hat nur die halbe Viscosität wie solches von 0°! Auch für die Larven gilt die van't Hoff'sche oder RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel), die besagt, dass die Geschwindigkeit der meisten chemischen Reaktionen bei gewöhnlicher Temperatur ungefähr verdoppelt bis verdreifacht wird durch eine Temperaturerhöhung um 10° C.

Da dieses besonders auffällig für die jüngsten Entwicklungsstufen ist, namentlich für den Ablauf der Embryonalentwicklung, so liegen die Schwierigkeiten, die sich aus den schwankenden Temperaturen in den Aquarien ergeben, auf der Hand. Auch die Intensität des tierischen Stoffwechsels, wie sie an O_2 und CO_2 Abgabe gemessen wird, nimmt bei steigender Temperatur nach Massgabe der RGT-Regel zu. — Bei einer gewissen Temperatur gehen einige Prozesse wie das Wachsen und die Zellteilung weiter, während die Differenzierung bei dieser Temperatur aufhört. Bei steigender Temperatur geht bei Seeigeleiern die Zellteilung weiter, während die Teilung des Zellplasmas aufhört. Über den Einfluss der Temperatur im allgemeinen, direkte Wärmestrahlen und Licht berichtet Mead (1897) bei *Lepidonotus*.

Der Einfluss der Temperatur des Wassers auf die Geschwindigkeit der Entwicklung ist sehr ausgeprägt. Der Unterschied von einigen Graden mitten zwischen der ersten und letzten Zeit der Aufzuchtsperiode beschleunigt merklich die Art der Entwicklung. Bei künstlicher Erwärmung, sogar bei Anwendung von schroffen Temperaturgegensätzen lässt sich nicht der geringste Einfluss auf die Art und Weise der Entwicklung feststellen, wohl aber eine starke Beschleunigung der Entwicklung bei steigenden Temperaturen. "Einige Hundert Eier wurden am 1. Mai 8 Uhr morgens befruchtet; von diesen befand sich 11·30 Uhr die grösste Anzahl im 2-Zellen-Stadium, einige waren dabei, sich in vier zu teilen. Die Eier wurden dann auf zwei Schalen verteilt. Die Temperatur in der Schale A wurde auf der Temperatur des Seewassers von 8° C. gehalten, die Schale B wurde in ein Warmwasserbad gestellt und die Wassertemperatur hatte um 11·40 Uhr 35° C. erreicht. Sie fiel dann schnell auf 21° und behielt diese Temperatur bei. In der Schale A schritt die Entwicklung sehr langsam weiter. In der Schale B, wo 17° in 10 Minuten erreicht war, begann die Entwicklung plötzlich sehr beschleunigt und verlief zweimal so schnell wie im kalten Wasser.

	Schale A 8° C.	Schale B 21° C.
11·40 Uhr	2—4 Zellen	2—4 Zellen
12·04 „	2—4 „	4—8 „
13·05 „	4—8 „	16—32 „
15·35 „	8—16 „	32—64 „
16·00 „	16+ „	64+ „ schwimmend
16·10 „	— „	sehr schnell schwimmend."

Es ergibt sich daraus, dass die Entwicklungsgeschwindigkeit bei einer Temperaturerhöhung um 10° 2·56 mal so gross geworden ist.

Die Reaktion der Larven auf das Licht variiert mit dem Alter. Wenn sie zuerst zu schwimmen beginnen, sind sie positiv heliotropisch. Aber später, wenn sie ungefähr 14 Stunden alt sind (Nolte, 1936), sind viele von ihnen negativ heliotropisch. Im Alter von 20 bis ungefähr 40 Std. nach der Befruchtung sind sie offenbar gegenüber dem Licht indifferent, und sie streichen gleichförmig durch das ganze Wasser. Im Alter von 44 Stunden zeigen sie einen ausgeprägten positiven Heliotropismus, der sich für einige Tage bis zuletzt erhält.

Drei Tage alte Larven, die streng heliotropisch waren, drängten sich an der Seite der Schale, die dem Fenster zunächst war, zusammen. Sie änderten dieses Verhalten nicht, als direkte Hitzestrahlen auf der entgegengesetzten Seite entweder parallel oder im rechten Winkel zu den Lichtstrahlen sie erreichten.

(6 a) *Lichtverhältnisse:* Über die Abhängigkeit der Larven vom Licht während der Zucht ist nur soviel zu sagen, dass zu starke Beleuchtung deswegen zu vermeiden ist, weil sich darin die Diatomeen der Fütterung zu stark entwickeln. Zu starke Wucherung der Diatomeen schliesst bei sehr kleinen Larven deren Beweglichkeit aus; die Intensität der Beleuchtung der Zuchtaquarien wird so bestimmt durch das Optimum der Diatomeenwucherung für die Ernährung der Larven.

(6 b) *Tag und Nacht:* Werden die Nereideneier, die von in der Nacht gefangenen Weibchen geworben sind, erst am folgenden Tage befruchtet — die Eier werden in der Regel nur in Gegenwart von Männchen abgelegt — dann entwickeln sich die Embryonen anormal. E. B. Wilson erfand die Eier am besten für die Beobachtung, die um 21 Uhr abgelegt wurden.

(7) *Fütterung:* Während Herpin keine Angaben über die Fütterung macht, jedenfalls nicht besonders füttert, da sich wohl in seinen Aquarien genügend Futter bildet, wendet D. P. Wilson die Diatomee *Nitzschia* nach Allen an. Diese Kulturen werden auch von Helgoland geliefert.

(8) *Augenblick der Befruchtung:* E. B. Wilson machte die Beobachtung, dass die Larven aus *Nereis*-Eiern, die statt in der Nacht am darauffolgenden Tage befruchtet wurden, sich anormal entwickelten. Die beste Zeit der Befruchtung war 21 Uhr! — Die Weibchen stossen die Eier nicht aus, wenn keine Männchen vorhanden sind.

(9) *Freiwasser-Aquarien:* Nolte schlägt vor, Versuche mit Freiwasser-Aquarien anzustellen. Die Larven, deren Herkunft einwandfrei

feststeht, würden dabei in Hälter aus Müllergaze gesetzt, die eine solche Maschenweite hat, dass die zur Fütterung notwendigen Diatomeen mit dem Wasser durch die Wände hindurch passieren können. Diese Freiwasser-Aquarien würden dann an den Ducdalben im Hafen aufgehängt werden. Es liesse sich denken, dass auf diese Weise Larven durch die gefährlichsten Stadien hindurchkommen, wenn nicht sogar durch entsprechende spätere Fütterung die Adulten zu erzielen sind.

Künstliche Befruchtung.

Herpin gewinnt die Geschlechtsprodukte der Nereiden, bei denen er die Reife festgestellt hat, durch Punktion der Leibeshöhle der grossen Exemplare, bei den kleinen durch Zerzupfen. Die so gewonnene Leibeshöhlenflüssigkeit wird untersucht. Die geschlechtsreifen Würmer werden nach D. P. Wilson mit dem Schlamm, Röhren usw., in dem sie sich befinden, lebend in das Laboratorium gebracht, wo sie sich selbst in reinem Seewasser reinigen. Sind ♂♂ und ♀♀ nicht zu unterscheiden, ohne sie zu verletzen, dann werden sie gemeinsam in Fingerschalen gesetzt. Nach einiger Zeit stossen sie die Geschlechtsprodukte aus und ungefähr $1^1/_2$ Stunden später werden die Eier mit einer Pipette aufgesogen. — Manche Tubicolen verlassen ihre Röhre nicht freiwillig; die Röhren dürfen in solchen Fällen erst unmittelbar vor der Operation zerstört werden. — Sind die Geschlechter schon dem Äusseren nach zu unterscheiden, dann werden sie nach der Selbstreinigung getrennt in Petrischalen gesetzt. Die die Geschlechtsprodukte enthaltenden Segmente werden dann mit einer feinen sterilisierten Nadel aufgeschlitzt, wobei darauf zu achten ist, dass möglichst wenig Blut mit austritt. Die Eier werden dann mit einer Pipette herausgenommen und in eine Petrischale gesetzt, auf ihre Reife hin mit dem Mikroskop untersucht und Sperma hinzugefügt. Die befruchteten Eier schwimmen als junge Larven auf und werden wieder in gesonderte Fingerschalen gesetzt. Das Wasser muss häufiger gewechselt werden, um das überflüssige Sperma und Verunreinigungen zu entfernen. Sobald die Larven Eigenbewegungen ausführen, werden sie mit wenigen Tropfen einer Nitzschia-Kultur gefüttert.

Bei der künstlichen Befruchtung ist grösster Wert darauf zu legen, dass die dazu benutzten Geräte und Schalen mit kochendem Seewasser sterilisiert sind.

Die künstliche Befruchtung gelang D. P. Wilson sogar bei solchen Arten, die sonst die Begattung ausüben *(Notomastus)*.

Die Untersuchung des lebenden Objektes.

Die überaus grosse Beweglichkeit der Larven erschwert die Untersuchung am lebenden Objekt sehr.

Herpin vermindert die unter dem Deckglas befindliche Wassermenge durch Fliesspapier. Dadurch werden die Larven unter dem Deckglas etwas gequetscht und verzerrt. Man kann das vermeiden, und die Larven auch in den feuchten Kammern in ihrer Bewegung

lähmen, wenn man in die feuchte Kammer ein Tröpfchen Speichel tut. Der Speichel lähmt die Bewegungen der Larven ohne sie zu töten oder zu entstellen. In solchen Lösungen lebten sie stundenlang und, nachdem sie abgewaschen waren, noch tagelang in den Fingerschalen. Solche Larven wurden allerdings nicht wieder zu den übrigen in die Tauchaquarien gesetzt. Indessen vertragen eine ganze Anzahl Arten diese Speichelmethode nicht. Nun hat auch Gummiarabicum, in einem kleinen Tropfen zugesetzt, die gleiche Wirkung. Schliesslich werden auch durch die stärkere Verdunstung des Seewassers unter dem Deckglas die Tiere in ihrer Beweglichkeit gehemmt.

Im Grunde genommen beruhen alle drei Mittel auf Änderung des Salzgehaltes in dem Substrat. Das kolloidale Gummiarabicum und das Eiweiss des Speichels quellen auf und ändern dadurch die Konzentration des Seewassers. Diese genügt bereits, um die Larve in ihren Bewegungen zu hindern. Die Zeichnungen der lebenden Larven werden am besten nach den Individuen in den feuchten Kammern ohne Deckglas gemacht. Dunkle Objekte auf dunklem Untergrund kann man mit einem Bleistift gut darstellen, dessen Spitze man in D e c k w e i s s taucht.

Gefahren bei den Untersuchungsmethoden.

Die Gestalt der Larven variiert erheblich; bei den lebenden, ob sie unter Kompression oder frei untersucht werden, bei den Präparaten je nach dem Fixierungsmaterial und zwar derart, dass ein ungeübter Beobachter verschieden behandelte Larven einer Art zu verschiedenen Arten stellen würde; infolgedessen ist es nicht verwunderlich, dass verschiedene Autoren zu ganz auseinandergehenden Ergebnissen gekommen sind.

Besonders empfindlich zeigt sich *Nicolea zostericola*, bei der eigentlich sämtliche Methoden zu schweren Verzerrungen führen. Wenn eine Larve, wie es nicht selten ist, im mittleren Teile dicker als an den Enden ist, dann ist es sehr schwer, die Kompression der mittleren Segmente zu vermeiden. — Der Segelwulst der Aphroditiden ist mit mächtigen Ringmuskeln armiert; diese ziehen sich in manchen Fällen, aber nicht immer, so zusammen, dass an Stelle des Wulstes eine Einschnürung entsteht.

Zwischen vielen Konservierungsmitteln und der Flüssigkeit im Innern der Larve wirkt die feinporöse Larvenhaut als Scheidewand von leider unbekannter Beschaffenheit und es tritt je nach Art der Lösung — besonders bei den Fixierungsmitteln, die im festen Zustande Kristalle bilden — entweder Exosmose oder Endosmose ein. Jene lässt die Larven schrumpfen, diese bläht sie auf. Es ist deshalb von grosser Wichtigkeit bei den Larven, das Konservierungsmittel zu kennen, um ein Urteil darüber zu bekommen, welcher Vorgang stattgefunden hat. Es ist Sache des Experiments, diejenigen Fixierungsmittel herauszufinden, bei denen der osmotische Druck der der Körperflüssigkeit gleich ist; denn nur bei diesen hat man Gewähr, dass die Larve in ihrer natürlichen

Gestalt erhalten blieb. Besonders bei Exosmose können Bilder auftreten, die Organe auf der Körperoberfläche vortäuschen, die nichts weiter sind als innere Organe, die bei den Schrumpfungen nach aussen hin vortreten, während sie bei den lebenden Tieren die Larvenhaut nicht beeinflussen.

Die Fehlerquellen, die in der Konservierung bei den älteren Autoren vorhanden sind, lassen sich heute nicht mehr aufdecken, da die Methoden nur in seltenen Fällen angegeben sind. In Zukunft muss verlangt werden, dass jeder Autor das gebrauchte Fixierungsmittel ausdrücklich vermerkt.

Dauerpräparate.

Die übliche *Formalinmethode* der Behandlung der Planktonfänge ist, jedenfalls für die Annelidenlarven, so gut wie ungeeignet. Und doch wird sie immer wieder angewandt werden müssen, wenn Planktonuntersuchungen allgemeiner Art durchgeführt werden; denn es kann nicht jeder Planktonforscher Larvenspezialist sein. Es dürfte deshalb zweckmässig sein, wenn neben ihren, mit den Spezialmethoden angefertigten Präparatenbildern, die Spezialforscher auch solche Larvenabbildungen veröffentlichen würden, die die gleichen Larven nach der üblichen Formalin- bezw. Alkoholmethode darstellen. Im Augenblick fehlen solche Vergleichsmöglichkeiten fast ganz. Bestimmungen der nach der Formalinmethode behandelten Larven sind jetzt so gut wie unmöglich — mindestens für einen Teil der Familien. Ungeachtet der Unzulänglichkeiten des so allein konservierten Materials können die Skizzen der Planktonfänge von grossem Wert sein, mindestens ergeben sie immer Vergleichsmöglichkeiten, da bei den Larven der Anneliden rein wörtliche Beschreibungen schwerlich überzeugen können.

Kleinenberg (1886) wandte bei den undurchsichtigen Larven von *Lopadorhynchus* konzentrierte Pikrinschwefelsäure, "etwas Creosot", drei Teile dest. Wasser und 2 % Kochsalz an und erreichte dadurch, dass die feinsten Flimmerhärchen erhalten blieben und die Gestalt sich nicht veränderte. Nach einigen Stunden wurde in 70 % und 90 % Alkohol überführt und mit Boraxkarmin nach P. Meyer gefärbt. Der Dotterfarbstoff und die Pigmentflecke wurden gelöst: leider damit auch die Augen. Durch den Boraxkarmin konnten die Gesamtpräparate nach den Kernansammlungen orientiert werden. Zur Untersuchung dünner Schnitte liess er die Larven ein bis 2, die grösseren bis zu 24 Stunden in seinem jetzt sehr verdünnten Pikrinschwefelsäuregemische und überführte dann in die Deale'sche Karminlösung. Er erreichte dadurch eine Lockerung, dass es durch Nadeln oder leichten Druck möglich war, auch dort Zellgrenzen nachzuweisen, wo sie sonst nicht zu erkennen sind. Das Pigment anderer Annelidenaugen erwies sich dem Alkohol gegenüber als viel beständiger.

Häcker (1897) benutzte fast ausschliesslich eine von vom Rath empfohlene Mischung: 500 c.cm. konzentrierte wässerige Pikrinsäurelösung, 3 c.cm. Essigsäure, 3 g. Platinchlorid, 2 g. Osmiumsäure. Er

liess die Mischung im allgemeinen etwa eine viertel Stunde lang einwirken. Indessen wurden auch bei einer Einwirkung bis zu 24 Stunden ganz ähnliche Resultate erzielt: Das undifferenzierte Zellplasma der ektodermalen Elemente bleibt vollkommen durchsichtig und nimmt keinen der angewandten Farbstoffe (Alaunkochenille, Hämatoxylin) an; die Pigmentkörnchen und -tröpfchen sind je nach ihrer Grösse gelb oder braunschwarz und die Inhaltmassen der secernierenden Zellen zeigen bei Alaunkochenillefärbung alle Abstufungen von blassviolett bis dunkel karminrot, bei Anwendung von Hämatoxylin sämtliche Nuancen von hellblau bis blauschwarz, oder von blasslila bis dunkelviolett. In der scharfen Differenzierung der pigmentführenden Tröpfchen und Körnchen und der intercellulären Sekretmassen sieht er den Hauptvorzug der angewandten Methode, während allerdings die Darstellung des feineren Nervenverlaufs nicht glückte.

Der *Nervennachweis* gelang Söderström (1920) bei *Scoloplos* nach Versagen von Methylenblau mit Färbemitteln von Blochmann im Besitze Appelöf's, von denen er annahm, dass sie aus Gentianaviolett und sog. Eosin extra G bestanden, wobei zu beachten sei, dass Farbstoffe mit demselben Namen oft in ihrer Wirkung verschieden seien, je nach der Fabrik, von der man sie bezöge. (Nähere Angaben fehlen. N.).

Gegenüber den angewandten Reagenzen zeigten mehrere nichtpelagische Larven *(Aricia, Polymnia)*, sowie unter den pelagischen Formen die Phyllodocidenlarve ein abweichendes Verhalten, indem, offenbar infolge starker Durchtränkung der Gewebe mit öl- und fetthaltigen Substanzen, die längere Einwirkung der Mischung eine störende Bräunung hervorrief.

Bei der Beobachtung der lebenden Larven (speziell auch bei Anwendung der Methylenblaufärbung) hat das H. E. Ziegler'sche Durchströmungs-Kompressorium ganz vorzügliche Dienste geleistet.

Herpin vermindert die unter dem Deckglas befindliche Wassermenge durch Fliesspapier und setzt an der gegenüberliegenden Stelle 20 % Formol der käuflichen Lösung zu; er lässt das Formol einige Minuten durchfliessen, indem er an der einen Seite dauernd absaugt, und verteilt dann einen Tropfen Glycerin auf einer Seite, ohne aber jetzt wieder abzusaugen auf dem andern Rande. Das Glycerin diffundiert. Am folgenden Tage saugt er den Überschuss an Flüssigkeit ab und schliesst, nachdem er das Präparat mit denaturiertem Alkohol gereinigt hat, das Deckglas mit einem Kitt von Kronig oder Lanolin ab. Diese Präparation gibt nicht nur für die Larven ausgezeichnete Resultate, sondern auch adulte Syllideen, wo sie es ermöglicht, die Einzelheiten des Rüssels mindestens ebensogut zu erkennen wie am lebenden Tiere. Um die Einzelheiten der Borsten herauszubringen und saubere Umrisse der Anhänge zu bekommen, lässt er auf obige Weise einen Tropfen Bouin unter dem Deckglas durchfliessen; sobald die Anhänge sich zu färben beginnen, schafft er einen Formolstrom wie oben und schliesst ebenso ab. Auf diese Weise werden

die Anhänge in Bouin fixiert, während der Rüssel, in Formol fixiert, durchsichtig bleibt. Dabei ist zu beachten, dass der Bouin nur einige Sekunden wirken darf, andernfalls wird das Präparat undurchsichtig. — Ausserdem fixiert Herpin in Osmiumdämpfen. — Undurchsichtige Larven wie die von *Owenia* werden von D. P. Wilson zur Untersuchung der Segmente durch Cedernöl aufgehellt. Nolte machte bei grossen Objekten Versuche mit Gautheriaöl.

Die besten Präparate erhielt D. P. Wilson durch Fixierung mit 60° C. heissem Bouin. Die Temperatur fand er experimentell; die so gebrauchte Flüssigkeit fixiert das Tier in der natürlichsten Verfassung. Ist der Bouin kälter, so kontrahiert sich das Tier, sodass man die Schnitte nicht entwirren kann; ist es beträchtlich heisser, tritt eine unnatürliche Inflation ein, die allerdings für die Untersuchung in manchen Fällen sehr nützlich sein kann; indessen muss man die natürlichen Verhältnisse zum Vergleich heranziehen *(Owenia fusiformis)*. Bei *Polygordius* ist die Temperatur zu heiss; bei ihr dürfte 30° am besten passen. Der heisse Bouin wird schnell zugespritzt, wenn die Larve in einer geringen Menge Seewasser schwimmt; nachdem sie so getötet ist, wird sie in frischen kalten Bouin versetzt, wo sie eine oder mehrere Stunden bleibt. Dann wird ausgewaschen mit 70 %igem Alkohol und in 90 %igem Alkohol aufbewahrt.

D. P. Wilson schnitt die Larven von *Owenia* nach fünf Richtungen: 1. sagittal, 2. frontal zum Kopf und quer zu den larvalen Geweben, 3. frontal zum Rumpf und quer zu den larvalen Geweben, 4. quer zum Kopf und frontal zu den larvalen Geweben, 5. quer zum Rumpf. Die Dicke der Schnitte betrug gewöhnlich 8 µ, manche 4 µ, und 24 µ, welch letztere gut geeignet waren zur Untersuchung der groben Anatomie. Die Letzteren wurden in Ätherdämpfen gestreckt oder in extremen Fällen von Verbiegungen in Acetondämpfen. Färbungen: Heidenhain's Eisen-Alaun-Hämatoxylin, Delafield's Hämatoxylin, und Mallory's dreifache Färbung erwiesen sich am praktischsten. Für Schleimdrüsen Mayer's Mucicarmin und Muchaematin, für Totalpräparate Alaun-Carmin.

Einbettung.[1])

Einbettung in Celloidin.

Das von D. P. Wilson gebrauchte Collodium ist das von Schering unter dem Namen Celloidin empfohlene. Es wird eine dicke Lösung hergestellt in gleichen Teilen von absolutem Alkohol und Äther und ein gleiches Volumen Knochenöl oder Klauenöl hinzugesetzt und gut durchgerührt. Die flüchtigen Substanzen schwinden allmählich, wenn man die Lösung warm stellt und von Zeit zu Zeit umrührt. Wenn der Äthergeruch verschwunden ist, ist die Lösung zu dick geworden und muss durch einen Zusatz von Klauenöl verdünnt werden. Die endliche Konsistenz muss man herausfinden; aber man kann die Viskosität

[1]) Wilson, D. P. — 1933. "An improved method of orientating minute specimens for section cutting." — Journ. Roy. Micr. Soc. LIII, pp. 220—226.

vergleichen mit Syrup, der ein wenig flüssiger ist als der gewöhnliche. Bei 17° C. soll ein kleines Gewicht von 1 mg. 21 Sek. gebrauchen, um 1 cm. zu sinken.

Die Larven werden zuerst in einer Lösung von Eosin in absolutem Alkohol oder, wenn das nicht geht, in einer Lösung von Boraxkarmin

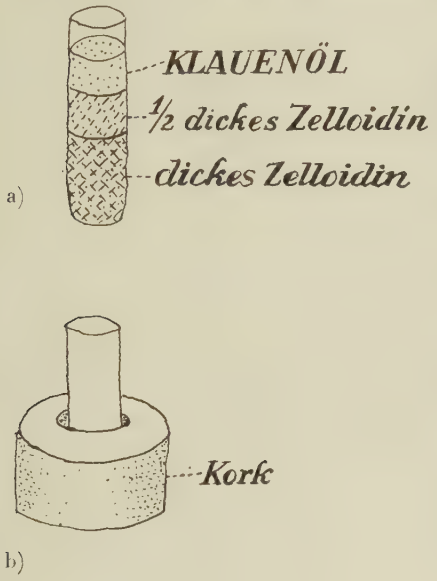


Fig. 1.
a) Röhrchen mit übereinandergeschichteten Lagen von Klauenöl, halbdickem und dickem Zelloidin.
b) Das Röhrchen im Kork.

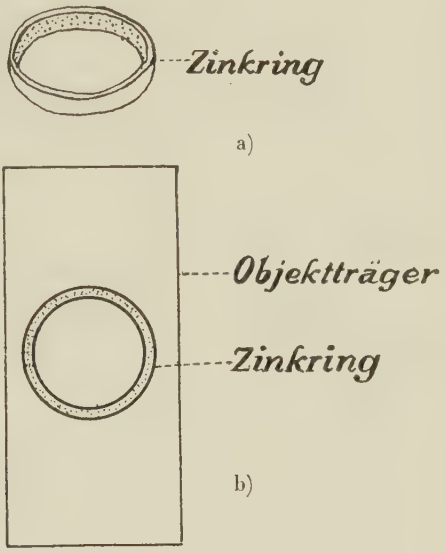


Fig. 2.
a) Der Zinkring.
b) Der Zinkring auf dem Objektträger.

durch und durch gefärbt, wozu eine Stunde nötig ist, damit man sie später in dem Celloidinblock mit der Lupe finden kann. Ein kleines Reagenzröhrchen, das aufrecht in einem Kork steht, ist teilweise gefüllt mit dickem Celloidin, über dem sich eine dünne Lösung von Celloidin befindet, die man herstellt, indem man ein gleiches Volumen Klauenöl zu einem Teile des dicken Syrups zufügt und darüber eine weitere Lage von Klauenöl schichtet. Die Larven werden aus ihrem Eosinalkohol herauspipettiert[1]) und schwimmen auf der Oberfläche von dem Klauenöl. Während der nächsten Tage sinken sie allmählich in den dicken Celloidinsyrup ein und die oben stehenden Flüssigkeiten werden abgesogen.

Orientierung — 1. Stadium.

Auf in Paraffin getauchten Objektträgern werden flache Zinkringe von 13 mm. innerem, 19 mm. äusserem Durchmesser und $1^1/_2$—2 mm.

[1]) Die Pipette muss vorher mit Klauenöl ausgespült werden und darf nur zu diesem Zwecke gebraucht werden; sie ist in Klauenöl aufzubewahren.

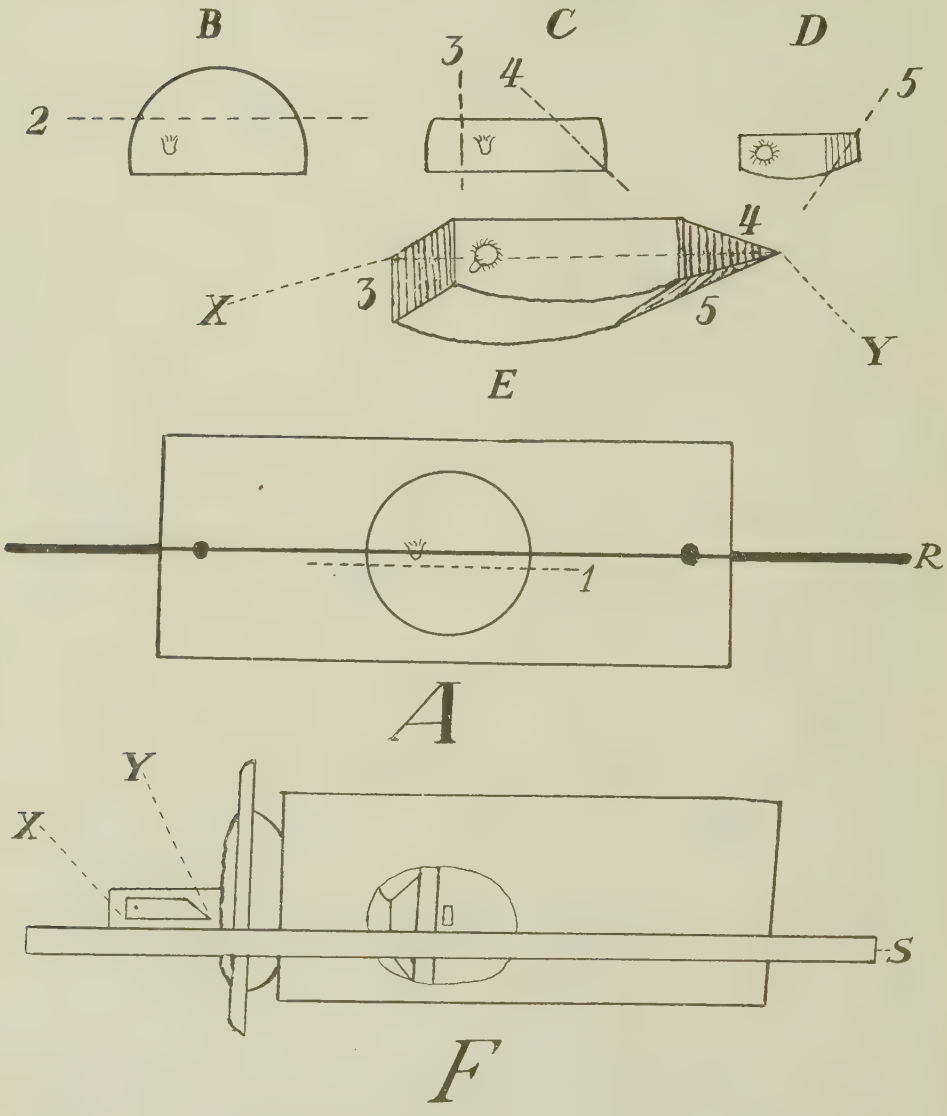


Fig. 3. Die Beschneidung und Orientierung des Blockes nach D. P. Wilson (1933, Journ. Roy. Micr. Soc. LIII, 220—226.)

A. Die Zelloidinplatte, die das Objekt (eine *Trochophora*, die sagittal geschnitten werden soll) enthält, wird durch den Schnitt (punktierte Linie) zerlegt. Auf jeder Seite sind die Tintenpunkte zu sehen, die über der Richtlinie R auf dem Objektträger aufgetragen sind.

B—D. Die folgenden Beschneidungen punktiert in der Reihenfolge der Ziffern. Bei D ist der entstandene Block auf die Beschneidungsfläche 1 gelegt; die ursprüngliche konvexe Oberfläche liegt nun dem Beschauer zugekehrt; die schraffierte Fläche ist durch die 4. Beschneidung entstanden. Der Zelloidinblock stellt nun ungefähr einen Quader vor, der an der der *Trochophora* abgewandten Seite zugespitzt ist.

Höhe montiert. Diese Zellen werden in kleine Petrischalen gelegt. In jede Zelle wird eine Larve gelegt mit genügend Celloidin, damit die Zelle bis zum Rand ausgefüllt ist. Wenn zuviel Lösung hinzugesetzt ist, entfernt man mit einer Präpariernadel den Überschuss, indem man über die Oberfläche hinstreicht.

Nachdem man einige Minuten das Celloidin sich hat setzen lassen, wird die Zelle in ihrer Petrischale unter das Mikroskop gesetzt und durch eine schwache Vergrösserung die Position des Objekts festgestellt. Es muss dann das Objekt vermittels einer Präpariernadel so gedreht werden, dass es zu der Ebene des geplanten Schnittes richtig steht. Zu diesem Zweck wird das Celloidin bewegt mit der Nadel und nicht das Objekt, bis das letztere die gewünschte Lage eingenommen hat.

Nachdem jedes Objekt orientiert ist, wird das Präparat sorgfältig auf den Arbeitstisch gelegt. Nach 10 oder 15 Minuten wird das Präparat auf seine Lage untersucht und es muss, falls es sich zurückgedreht hat, von neuem orientiert werden. Wenn keine Positionsänderung erfolgt ist, dann ist das Präparat fertig zum Härten. Dies kann geschehen nach der Methode von Newth (1919) ("On the Orientation of Minute Objects for the Microtome." Quart. Journ. Micr. Sci., 63, 545—53.), indem man sorgfältig Xylol in jede Schale giesst, bis die Zelle bedeckt ist. Dies ist gut für Larven mit langen Borsten; aber einige sehr kleine Arten ohne solche Borsten drehen sich, während das Celloidin hart wird. Wilson fand es viel besser, sie in Chloroformdampf zu härten, und das geschieht am besten, indem man die Petrischalen mit den Objekten in eine grössere verdeckte Schale setzt und Chloroform in einem kleinen Gefässe daneben. Wenn man sie über Nacht 15 Stunden stehen lässt, bei 15—18° C., dann sind sie am nächsten Morgen hart. Wenn die Temperatur über Nacht sinkt, wird nicht genügend Chloroformdampf entwickelt. Man kann die Temperatur halten, indem man die grosse Schale in eine noch grössere mit Wasser setzt, das man durch eine eingetauchte elektrische Lampe erwärmt. Die letztere wird ausgeschaltet durch einen Termostat, wenn die Temperatur 18·3° C. erreicht hat. Das Celloidin wird dann hart, ohne dass das Objekt sich verschiebt. Wenn man auf diese Weise härtet, ist die endgültige Orientierung so genau, dass man in jeder gewünschten Weise schneiden kann, ohne dass die letzten Schnitte verloren gehen. Ausser zweien oder dreien. In den meisten Fällen kann man diese missen.

Nachdem das Celloidin gehärtet ist durch das Chloroform, werden

F. Zur Illustration der Methode, wie der Quader auf dem verstellbaren Teller des Blockhalters montiert wird: er wurde zunächst in einen Paraffinblock eingebettet und dieser zu einem zweiten, äusseren Quader, dessen Flächen mit dem des Zelloidinquaders parallel verlaufen, zurechtgeschnitten; der so entstandene Block wurde auf dem Teller befestigt; die lange Achse des Blockhalters wird nun durch das angelegte Stäbchen S verlängert und der verstellbare Teller solange gedreht, bis eine der langen parallelen Seiten des Quaders dem Stäbchen glatt anliegt; dann steht die (annähernd) quadratische Oberfläche des Quarders genau parallel zu der Messerschneide; die Kante XŶ verläuft genau parallel der langen Achse des Blockhalters. Die *Trochophora* liegt dicht unter der dem Messer zugekehrten Fläche des Quaders.

die Petrischalen mit Xylol gefüllt. Nach 1 oder 2 Stunden können die Celloidintafeln herausgenommen werden und in Cedernöl gelegt werden, wo sie einige Stunden bleiben sollen. Dieses entfernt das Xylol, dessen Gegenwart bei den folgenden Operationen unerwünscht ist.

Orientierung — 2. Stadium.

Wir haben oben bei der Fixierung im rechten Winkel zu der Oberfläche der Celloidinplatte die Richtung, in der das Tier geschnitten werden soll. Nun muss von der Platte ein Stück abgeschnitten werden, sodass der Schnitt quer zur Länge liegt. Man macht sich zweckmässig ein Modell der Platte aus Plastolin oder auch aus einem Stück Seife, an dem man zuerst das Zurechtschneiden übt!

Nach Herausnahme aus dem Cedernöl wird die Platte, die man übrigens nicht zu lange liegen lassen darf, weil sonst die Übersicht verloren geht, da sie sich trübt, auf einen Kreuztisch unter ein monokulares Mikroskop gelegt. Falls sie sich schon zu sehr getrübt hat, muss man etwas Cedernöl darauf tun. Das Okular muss mit einem Quadratmikrometer versehen sein oder mit einem Fadenkreuz. Das Okular wird nun gedreht, bis das Fadenkreuz horizontal parallel mit den Längslinien des Kreuztisches liegt. Der Objektblock wird nun mit den Fingern gedreht, bis die Richtung, in der das Objekt geschnitten werden soll, mit der Senkrechten des Fadenkreuzes zusammenfällt. Mittels des Kreuztisches nun wird das Tier so verschoben, bis es unter dem Fadenkreuz liegt. Indem man nur die Horizontalbewegung des Schlittens benutzt, wird er nach einer Seite hin bewegt, und man macht, indem man durch das Okular sieht, einen winzigen Tintenfleck auf das eine Ende des Schlittens unter der Stelle, wo sich die Fäden kreuzen. Dann wird der Schlitten in der entgegengesetzten Richtung bewegt und ein gleicher Tintenfleck auf das andere Ende gesetzt. Dann wird der Schlitten sehr sorgfältig ohne die geringste Erschütterung heruntergenommen und auf ein liniertes oder scharf gekniffes Stück Papier gelegt, sodass die beiden Flecke auf die Gerade fallen. Dann nimmt man eine sehr scharfe Rasierklinge, die man in einen Halter eingeschoben hat, in die rechte Hand und setzt sie langsam auf den Celloidinblock mit der Schneide parallel zu der Geraden, die die beiden Tintenpunkte mit einander verbindet um soviel seitwärts davon, wie der halbe Querdurchmesser des gewünschten Blockes beträgt, in Textfig. 3 A_1 auf die punktierte Linie. Sobald die Klinge den Block berührt, wird dieser mit der linken Hand festgehalten und ein scharfer Schnitt gemacht. Dieser Schnitt legt die longitudinale Achse des gewünschten Blockes fest. Zu diesem Schnitt wird ein Parallelschnitt auf der anderen Seite der Richtungsgeraden in gleicher Weise geführt. Schliesslich wird der Block an den beiden kurzen Seiten beschnitten, sodass ein Prisma entsteht. Dann wird die eine, dem Objekt abgewandte kurze Seite des Prismas schräg geschnitten, und dieser Schrägschnitt wiederum so beschnitten, dass die Stelle, die dem Blockhalter zunächst liegt, eine der unteren Ecken ist. — Der Block gleicht also einem vierkantigen Pfahle, der unten zugespitzt ist. Das Tier liegt dicht unter der Fläche

E 3. Die basale konvexe Fläche war im Ring die beim Härten sich wölbende freie Oberfläche; man kann also den Block danach orientieren. — Die so behandelten Blöcke werden bis zur Einbettung in Paraffin in Cedernöl aufbewahrt.

Einbettung und Schneiden in Paraffin.

Man nimmt ein hartes Paraffin. Überschüssiges Cedernöl wird von dem Block mit Filtrierpapier vorsichtig abgetupft. Die verschiedenen technischen Schwierigkeiten können entstehen, wenn nicht Paraffin von 60° C. Schmelzpunkt gewählt wird. Dieses muss in Wasser von 24—27° C. gekühlt werden. Sonst zerreist oder krystallisiert es. Es mischt sich auch mit Paraffin von niederem Schmelzpunkte kaum, ohne zu zerreissen. Der Block passiert zwei Bäder von Paraffin und verbleibt in jedem eine halbe Stunde.

Die Montierung auf den Blockhalter (D. P. Wilson (1933). — "A simple Block Trimmer for the Cambridge Rocking Microtome." Journ. Roy. Micr. Soc. 53, 25—27) geschieht am besten, indem man statt des flachen einen orientierenden Blockhalter verwendet. Der oberflächlich beschnittene Paraffinblock wird so rechtwinklig wie möglich — mit dem zugespitzten Ende des Celloidinblocks nach unten — in den Blockhalter eingeklemmt, dass die Schnittfläche genau quer steht. Das lässt sich leicht machen, da die parallelen Seiten des Celloidinprismas die Orientierung ermöglichen; sie müssen parallel zur Achse des cylindrischen Teiles des Blockhalters liegen. Ein gerades Stäbchen Fig. 3 *Fs*, das an die Seite des Cylinders gehalten wird, parallel zu seiner Längsache, ist ein gutes Hilfsmittel. Es muss natürlich zweimal rechtwinklig zu einander angebracht werden.

Das Messer muss sehr scharf und die Schneidbewegung so konstant wie möglich sein, um gute Schnitte, von beiläufig in der Regel 4 μ — höchstens 24 μ, zu bekommen. Je langsamer der Schnitt gemacht wird, umso weniger rollt er sich auf. Auch die Temperatur des Raumes ist nicht gleichgültig: am besten liegt sie um 15·5° C. herum. Geringe Abweichungen nach der einen oder anderen Seite verursachen das Aufrollen der Schnitte.

Das Aufkleben der Schnitte.

Ein oder zwei Tropfen von Meyer's Albumin, mit destilliertem Wasser in einem Uhrschälchen gemischt, geben eine Flüssigkeit, mit der der Objektträger bestrichen wird. Die Schnitte müssen mit der grössten Sorgfalt übertragen und glatt gelegt werden; sie werden dann wie üblich erwärmt, aber die Temperatur muss sorgfältig kontrolliert werden. D. P. Wilson legt sie auf eine flache Stelle des Brutschrankes, dessen Temperatur gerade unter der Schmelztemperatur des Paraffins bei 55° C. liegt und erreicht eine gleichmässige Verteilung der Wärme dadurch, dass er einen Tropfen Wasser zwischen den Objektträger und die Platte fliessen lässt. Nach ca. einer Minute, wenn die Schnitte glatt liegen, wird der Objektträger auf eine Stelle des Brutschrankes gelegt, wo das Thermometer 40° C. anzeigt. Vielleicht sei

eine etwas höhere Temperatur besser, meint er, aber er hat sie nicht versucht. Über die Objektträger wird eine Fingerschale gestülpt und ein ziemlich stark mit Äther getränkter Wattebausch dazu gelegt. Der Überfluss von flüssigem Eiweiss wird durch untergelegtes Filtrierpapier aufgezogen. Hier verbleibt der Objektträger eine Stunde. Das Trocknen muss langsam geschehen, sonst rollt sich das Celloidin. Nach ein bis zwei Stunden werden die kondensierten Dämpfe auf der Innenseite der Fingerschale abgewischt und Wasser unter dem Objektträger entfernt. Das Trocknen muss aber mindestens 24 Stunden fortgesetzt werden, bevor die Schnitte gefärbt werden, sonst schwimmen sie ab.

Der Äther soll natürlich das Celloidin erweichen und darüber hinaus die Möglichkeit schaffen, dass die Schnitte sich glatt legen. Vielleicht ist eine Mischung von gleichen Teilen Äther und absolutem Alkohol noch besser. Trotz allem ist man nicht sicher, dass bei dieser Methode nicht ein gewisser Prozentsatz an Schnitten, weil er sich nicht glatt legte, verloren geht. Immerhin bleibt der Verlust erträglich und die Mehrzahl der Serien ist vollständig.

Nach der vollständigen Trocknung werden die Schnitte gefärbt. Das Celloidin stört das Färben nicht und wird nach Einbettung in Kanadabalsam praktisch unsichtbar. Es ist eine ausgezeichnete Unterlage, die Gewebe festzuhalten und auch Fragmente in der urspünglichen Lage zu fixieren. Deshalb soll man keine weiteren Versuche machen, es zu lösen. Es hält die Schnitte bei einer Behandlung fest, die die üblichen Paraffinschnitte nicht vertragen. Wenn das Deckglas aufgelegt ist, wird es in die richtige Lage mit einem Stück Fliesspapier oder mit einem vorsichtigen Fingerdruck gebracht. So wird das Deckglas ganz dicht auf die Schnitte aufgepresst und der Überschuss an Kanadabalsam quillt auf allen Seiten heraus. Dadurch wird der Objektträger nicht nur vollständig trocken und man kann die Objekte viel früher als üblich benutzen, sondern es bleibt auch genügend Raum zwischen dem Deckglas und der Ölimmersion für das Öl, und die Bruchsicherheit ist beträchtlich erhöht.

Borstenpräparate.

Nolte (1912) und nach ihm Söderström (1920) sind bei den Borsten zu Auffassungen gekommen, die von der bis dahin allgemeinen Auffassung ihres Baues abweichen. Söderström hat aus der Ansicht, dass man sich auch bei anderen Polychaeten-Familien derselben fehlerhaften Ansicht schuldig gemacht hat, wie bei den Maldaniden und Spioniden, darüber eingehende Untersuchungen angestellt[1]).

Es scheint, dass man beim Anfertigen von Borstenpräparaten für die Bestimmung und Beschreibung in der Regel Glyzerin oder Kanadabalsam als Einschlussmittel und ungefärbtes Material verwandt hat.

[1]) Es sei an dieser Stelle auf die ausführlichen Untersuchungen Söderströms (1920, 20—84 über die Borsten der Spioniden) verwiesen. (Am Rande sei zur Berichtigung vermerkt, dass Söderström den Namen des Bearbeiters Nolte Noltke schreibt; unter den "Errata" verbessert er Noltke in Notke!).

Zu Beginn ihrer Arbeiten bedienten sich beide Verfasser ebenfalls dieses Verfahrens, fanden aber bald, dass wegen der starken Lichtbrechungsfähigkeit des Einschlussmittels viele Einzelheiten schwer zu unterscheiden waren oder geradezu verloren gingen. Besonders galt dieses von den sehr durchsichtigen Teilen der Borsten, wie der hyalinen Hülle, die die Hakenborsten der Spioniden nach oben wie eine Haube umgibt. Bei der Anwendung von starken Vergrösserungen treten Lichtbrechungen und Reflexe um die Borsten und in den Hüllen auf, welche die Beobachtung erschweren und eine genaue Beschreibung in vielen Fällen unmöglich machen.

Nolte (1912) bediente sich bei seiner Untersuchung von Maldaniden 15 %iger Kalilauge, um das Subtrat zu zerstören und auf diese Weise eine Beschädigung der Borste beim Zerzupfen des Präparates zu vermeiden. Nachdem das Objekt genügend ausgelaugt war, neutralisiert er die Kalilauge mit Essigsäure und bedient sich des dabei gebildeten Kaliumazetates als Einschlussmittel. Der Brechungsindex für Kanadabalsam ist bei 20° C. 1·535, für Glyzerin 1·456, während er für Kaliumazetat in gesättigter Lösung nur 1·370 ist. Dadurch traten die Strukturen deutlich hervor. Söderström (1920) wandte die gleiche Methode an. Beide Forscher kamen in Bezug auf die Auffassung der Struktur der Borsten zu gleichen Resultaten, die früher erheblich angegriffen, heute wohl allgemein anerkannt sind.

Versuche zur Färbung der Objekte gelangen nicht besonders gut. Borg (1917, Zool. Bidrag, V, Uppsala) bediente sich einer Wasserlösung von Bismarckbraun, die die Struktur der Borsten ausgezeichnet hervorhebt, doch wird bezweifelt, dass sie bei den Glyzerinpräparaten ebenso wie stärkere Farbmittel, z. B. Gentianaviolett und Fuchsin, die aufhellende Einwirkung des Einschlussmittels aufhebt. Söderström verwandte hauptsächlich Pikrofuchsin, das der Borste eine gelbrote, aber ziemlich schwache Farbe verleiht. Um die Kontrastwirkung zu erhöhen, versuchte er es mit einem Zusatz von Bismarckbraun, Gentianaviolett und Fuchsin zu Kaliumazetat. Bismarckbraun verleiht den Borsten einen ziemlich ebenmässigen und schwachen Farbton, Gentianaviolett und Fuchsin färben vor allem die hyalinen Teile der Borsten stark und waren deshalb für seinen Zweck besonders geeignet. Meistens wandte Söderström Fuchsin an, das gewisse eigentümliche fibrilläre Strukturen besser hervortreten lässt als Gentianaviolett. Auf diese Weise behandelte Borsten geben ganz andere Bilder und zeigen eine geradezu überraschende Verschiedenheit von denen, die man gewöhnt ist, ungefärbt in Glyzerin und Kanadabalsam zu sehen.

Nach Söderström beruhen die Gesichtstäuschungen auf folgenden Faktoren.

1. Man hat sich eines Einschlussmittels wie Glyzerin und Kanadabalsam bedient, die einen hohen Brechungskoeffizienten haben, wodurch sehr hyaline Teile der Borsten schwer zu beobachten sind.
2. Die Borsten sind im allgemeinen nicht gefärbt worden.
3. In grosser Ausdehnung hat man schwache Vergrösserungen angewendet.

4. Durch das früher allein mögliche monokulare Sehen in einem gewöhnlichen Mikroskop verliert der Beobachter fast jeden Eindruck eines Reliefs. — — — — —

Summary.

The fact that so far no monograph has appeared among the list of literature on larvae of Polychaetes may among other causes be attributed to the enormous change of the frail creatures during catch and preservation. Also, the fact that in a few hours many forms may develop into individuals quite different from those expected may have made students hesitate before trying to investigate the causes, particularly when repeated breeding experiments, though under but slightly different conditions, may rear individuals totally different from those developed in an earlier experiment, results which seem doubly remarkable when observing that *both* issues are fit to live and even to grow into mature adults.

To reconstruct the complete cycle of evolution in the sea from catches with existing plankton-nets seems hopeless; and no less hopeless does the reconstruction as to time appear, however perfect the catches may be. The purely scientific way of studying the development is a study in aquaria. For this purpose, however, no elaborate arrangement is necessary; as far as coastal species are concerned they are easily provided, and without using expensive instruments the majority may be reared to adult stages and easily described. The present paper is meant to show such ways of investigation.

In order to explain various connexions it has been necessary to go into the question of cleavage.

As already stated, the hatching of larvae is closely connected with environment. The cleavage provides the basis only for the potential development of an individual while the line of development is highly dependent on surroundings, the importance of which cannot be overestimated. A normal development is possible only in surroundings as near to ordinary ones as possible.

The following points seem to be of determining influence on the development: the hatching vessel, the concentration and sterility of sea water used, aeration, wave-motion, temperature, light, feeding, and the moment of fertilization; these points have been discussed.

The methods of artificial fertilization and methods for studying live individuals have been described, as well as the dangers inherent in the methods. Descriptions for preparing preservatives, methods of embedding and dissection have been given in addition to a discussion on the preparation of bristles for investigation.

The paper was originally prepared for the Author's "Annelidenlarven, Nord. Plankton, Verl. Lipsius & Tischer, Kiel und Leipzig, 1936", and was finished by March 1936. A list of literature is given in that paper.

Letter to the Editor.

Sir,

In a recent review in this journal (XI, 2, p. 262) W ü s t has expressed divergent opinions on some of the conclusions reached by me in regard to the hydrography of the Gulf of Mexico. To begin with, let it be stated that the work was carried out under unusual physical handicaps. Under this heading we might include the loss by breakage in transportation of the unprotected thermometers, an unfortunate experience subsequently repeated at other institutions. My restraint from introducing dynamic considerations without accurate information as to depths was therefore a matter of scientific caution, explicitly stated as such, and an objection of this point is therefore not a valid criticism. However, a real difference of opinion seems to exist between the reviewer and myself in regard to the relative merits of dynamic and of component correlation methods of analysis. I would therefore like to review my objections against the former. In general terms these objections may be summarized quite simply by stating that the dynamic methods of analysis deal only with states of motion and not with the trajectories or paths of transportation, and, since the error in the calculations for states of motion is cumulative with reference to trajectories, an accuracy which is adequate for approximate determination of states of motions may be utterly inadequate for analysis of actual paths of transportation. Specifically such inadequacies in the dynamic methods may develop for the following reasons: —

1) Since dynamic topographies deal only with two dimensions (horizontal perspective), they can neither show true convergence nor true divergence when these actually occur.

2) The dynamic interpretation of these topographies does not take into consideration loss or gain of dynamic height suffered internally in the longitudinal direction of flow due to contraction or expansion with cooling or heating, and so forth. Present methods of procedure are therefore open to the possibility of a great error in the tracing of trajectories when such expansions or contractions actually take place (P a r r, J. du C., XI, 3, p. 299). This objection would apply in a high degree in the Gulf of Mexico during the winter when the northern portion, at least, is subject to great chilling, and it therefore invalidates W ü s t's reference to my maps, Figs. 8, 9, 11, and 12 in the paper reviewed.

3) By present dynamic methods of tracing trajectories (dynamic topographies) no consideration is given to longitudinal retardation or acceleration by winds, internal friction, and topographical conditions. Longitudinal variations in any of these factors will therefore introduce discrepancies between topographic contour lines and actual paths of transportation, making the former unreliable as an interpretation of the latter. That this

may introduce a very significant error may be seen from the fact that the Caribbean Current evidently *must* ascend a considerable calculated dynamic slope (at least 25 dyn.cm., possibly 30—40 dyn.cm.) between the eastern end of the Caribbean and the Yucatan Channel (P a r r, J. du C. XI, 3).

4) The assumption of parallelism between dynamic contour lines and actual lines of flow only applies to rectilinear or circular motion but not to currents with changing radius of inflexion. The error involved in application to curved flow is usually very slight with regard to velocities and states of motion, but since it is cumulative with regard to direction it becomes very important in determining flow over long distances. This objection patently applies in a high degree to any consideration of the circulation in the Gulf of Mexico.

When these various difficulties have been taken into account and practicable methods of correction have been devised, I may be inclined to join W ü s t in his opinion as to the superior merits of the dynamic methods of analysis. But until this time I am quite unwilling to accept any dynamic interpretation which might be contrary to the evidence of the temperature-salinity correlation method and of similar applications of this method to other components in the sea; while I remain perfectly willing to accept tentatively the evidence of the latter without the questionable support of present-day dynamic interpretations, when actual conditions do not strictly fulfill the rigid requirements of a valid application of the abstract dynamic equations.

Yours truly

A. E. Parr.

Bingham Oceanographic Laboratory,
Yale University, New Haven, Conn. 4th November 1936.

Reviews.

G. Wüst. "Kuroshio und Golfstrom." Veröff. Inst. f. Meeresk., N. F., Reihe A, H. 29, S. 69, 22 Abb., 1 Taf. Berlin, 1936.

The author surveys the history of discovery and exploration of the Kuroshio and emphasizes that one often encounters the view that a great similarity exists between the Kuroshio and the "Gulf Stream." This opinion was clearly presented by K r ü m m e l, who wrote that "the Japanese current is in every respect equivalent to the Florida-Antillean current."

An examination of the surface observations discloses similarity, but also conspicuous discrepancies, between the two currents, but the most important conclusions are based on a study of vertical sections at right angles to the currents and in nearly corresponding regions. Within the Kuroshio the sections have been constructed after a careful elimination of the possible errors of the available data. The characteristic features of the sections are similar, but the salinity of the Kuroshio is much less than that of the Florida-Antillean current.

The author, furthermore, computes the velocity currents by means of the well-known dynamical method. Within the Gulf Stream he assumes the velocity to be zero at the depth at which a characteristic minimum of oxygen is present. Within the Kuroshio a similar definition of the depth of no motion is not possible but, instead, the depth of the upper boundary of the sub-arctic intermediate current is introduced.

In the case of the Gulf Stream, the assumption of no motion within the layer of minimum oxygen has been questioned by I s e l i n ("A study of the circulation of the western North Atlantic," *Papers in Physical Oceanography and Meteorology*, Vol. 4, No. 4, pp. 101, August, 1936), and W ü s t's assumption concerning the depth of no motion within the Kuroshio is also doubtful. In view of these circumstances the numerical values presented by W ü s t cannot be accepted as final and his quantitative comparison between the two currents is hardly justified on the basis of the available information. It appears, however, that the Gulf Stream carries considerably more water, heat, and salt than the Kuroshio, and that the climatological effect of the Gulf Stream is many times greater, partly since the Atlantic Ocean is smaller than the Pacific, and partly since the configuration of the Atlantic Ocean makes possible transport of "Gulf Stream water" up to latitudes far beyond 70° North. W ü s t, therefore, points out that no equivalence exists between the Kuroshio and the Gulf Stream if the importance of these currents to the circulation in the Pacific and Atlantic Oceans is considered.

H. U. S.

C. o'D. Iselin. "A Study of the Circulation of the Western North Atlantic." Pap. in Phys. Oceanogr. and Meteor. Vol. IV, No. 4, pp. 1—101, 58 Fig. Cambridge, Mass., 1936.

Mit dieser Untersuchung liegt eine weitere Bearbeitung des umfangreichen Beobachtungsmaterials der "Atlantis" vor (H. B. Bigelow 1933, H. B. Bigelow und M. Sears 1935, H. R. Seiwell 1934, 1935), das bereits im Bulletin Hydrographique 1933 und 1934 allgemein zugänglich ist. Gegenstand der Untersuchung sind eine Reihe von Zirkulationsproblemen, aber auch Fragen des Aufbaus und seiner Schwankungen im westlichen Nordatlantischen Ozean.

Im analytischen Teil werden in übersichtlicher Form die Beobachtungen der gesamten Profilfahrten der "Atlantis" ausserhalb des Schelfes (Juli 1931—Mai 1933) in Temperatur- und Salzgehaltsschnitten zusammengefasst und die Hauptwasserkörper mit Hilfe der S=f (t)-Kurven abgeleitet. Im zweiten synthetischen Teil der Arbeit werden das Golfstromgebiet und die Sargasso-See gesondert behandelt.

Zum ersten Male wird der vertikale Aufbau des Golfstromes in einer dichten Folge von Querschnitten untersucht. Als scharf begrenztes Band löst sich der Golfstrom, nachdem er das Blake-Plateau verlassen hat, ohne merkliche Verbreiterung von dem Kontinentalabfall bei Kap Hatteras, um wahrscheinlich erst südlich der Neufundlandbank eine entscheidende Strukturänderung zu erfahren. Ein Meridionalschnitt auf 30° W. zeigt bereits eine deutliche Aufspaltung des geschlossenen Gradientstromes und zwar dem Anschein nach in 4 einzelne Zweige.

Zwischen dem Golfstrom und dem Kontinentalabfall wird nördlich von der Höhe von Kap Hatteras ein gesonderter, verhältnismässig unbewegter Wasserkörper beschrieben, das "Slope water". Andeutungen einer kräftigen Wirbelbildung, die nach zwei t°- und S $^0/_{00}$-Schnitten im "Slope water" enthalten sind und von Neu-Schottland südwärts verlaufen, werden einem lokalen antizyklonalen Wirbel vor dem Ausgang der Cabot-Strasse zugeschrieben. Zieht man aber weitere Beobachtungen der "Atlantis", der "Acadia" und des Ice Patrol Service heran, dann scheint der Aufbau des "Slope water" eher für die Existenz eines regional ausgedehnten antizyklonalen Wirbelgebietes zu sprechen. Die Aussonderung des "Slope water" vom "Central Atlantic water" bis 1400 m. Tiefe ist nicht restlos überzeugend, da der Eigencharakter des "Slope water" nach der S=f(t)-Beziehung nur bis etwa 200 m. aufrechterhalten bleibt.

Der grösste Teil der weiteren einschneidenden Ergebnisse Iselins, die die bisherigen Vorstellungen vom Golfstrom betreffen, stützen sich auf einer fundamentalen Voraussetzung: Die Untergrenze des Golfstromes wird — allerdings aus nicht ganz ersichtlichen Gründen — in 1800 m., z. T. auch in 2000 m. angenommen. Iselin lässt sich dabei offenbar von dem Verlauf der Isothermen bestimmen; denn er neigt dazu, aus ihrer Schrägstellung, die im westlichen Teil der Schnitte zwischen der Chesapeake-Bucht und den Bermuda-Inseln bis zum Boden erhalten bleibt, auf eine Nordwärtsbewegung von der Oberfläche bis zum Boden zu schliessen. Aber Iselin sieht, dass er damit in Widerspruch zu der Südwärtsbewegung gerät, die für das "Mittlere Nordatlantische Tiefenwasser" von G. Wüst abgeleitet wurde und die ihren Kern unter dem Golfstrom in weniger als 2000 m. hat.

Die fundamentale Bedeutung der Wahl der Untergrenze einer ozeanischen Strömung und damit die Festlegung der Bezugsfläche für die Anwendung des Bjerknesschen Zirkulationstheorems kann kaum besser verdeutlicht

werden als durch eine Gegenüberstellung der transportierten Wassermengen. Iselin errechnet aus einem Geschwindigkeitsprofil der "Atlantis" vor der Chesapeake-Bucht, dem durchgehend 2000 d.-bar als Bezugsfläche zu Grunde liegen, $82{\cdot}25 \times 10^6$ m.^{3}/sec. Referent ermittelte früher *(Naturwissenschaften*, Heft 15, 1936) für denselben Schnitt 31×10^6 m.^{3}/sec., indem der Kern des Hauptsauerstoffminimums als Bezugsfläche herangezogen wurde, der von 900 m. auf 300 m. im Bereich des Golfstromes ansteigt. Allein dieses Beispiel dürfte die Bedeutung und die Dringlichkeit einer systematischen Klärung der Frage der Bezugsfläche (Nullfläche) für die gegenwärtige dynamische Ozeanographie genügend herausstellen.

Iselin stützt sich uneingeschränkt auf sein erwähntes Geschwindigkeitsprofil und den daraus errechneten Massentransport. Da er noch nicht die Ergebnisse der gleichzeitig in derselben Reihe erschienenen theoretischen Untersuchung von C. G. Rossby (Dynamics of steady ocean currents in the light of experimental fluid mechanics, Vol. V, No. 1) heranzieht, die aus der Theorie des "Freistrahls" unter bestimmten Voraussetzungen eine Zunahme des Massentransportes durch das fortgesetzte Hineinziehen von angrenzenden Wassermassen ableitet, muss Iselin notwendig nach bedeutenden ozeanischen Strömen als Wurzeln des Golfstromes suchen. Florida- und Antillenstrom liefern nach G. Wüst nur 40×10^6 m.^{3}/sec. Da der Antillenstrom auf Grund eines "Atlantis"-Schnittes zwischen den Bermuda- und Bahama-Inseln als unbedeutend angesehen wird, bleiben sogar $^2/_3$ des Golfstromes bei Kap Hatteras zu begründen. Ein Drittel soll der Nordäquatorialstrom, das weitere Drittel ein rückkehrender Stromzweig von südlich der Neufundlandbank liefern. Eine Strommengekarte, deren Grundlagen leider nicht angegeben werden, auf die sich aber die Ableitung der beiden zuletzt genannten Wurzeln des Golfstromes stützt, scheint im Widerspruch zu den erwähnten Vertikalschnitten, besonders zu dem Schnitt Bahama—Bermuda-Inseln zu stehen; denn Hinweise seitlicher Zuflüsse starker Gradientströme sind darin kaum zu finden. Der Nordäquatorialstrom hat bereits in etwa 25° N. seine Nordgrenze. Der Antillenstrom in der Höhe der nördlichen Bahama-Inseln ist bereits seine Abflussströmung, sodass nördlich davon zwischen Antillenstrom und Bermuda von einem bedeutenden Nordäquatorialstrom nicht mehr gesprochen werden kann.

In Verbindung mit diesen neuartigen Vorstellungen wird eine Abänderung der Terminologie des Golfstromsystems vorgeschlagen. Von der Floridastrasse bis Kap Hatteras wird vom Floridastrom gesprochen, von Kap Hatteras bis zur Neufundlandbank vom eigentlichen Golfstrom. Für den weiteren Verlauf wird mit Recht die Bezeichnung Atlantischer Strom beibehalten. Die Begründung der Aufteilung in Florida- und eigentlichen Golfstrom kann nicht überzeugen, solange die Absenkung der Untergrenze der Bewegung von 800 m. auf 2000 m. bei Kap Hatteras und die auf dieser Grundlage errechnete starke Transportzunahme als fraglich angesehen werden kann.

In der Sargasso-See werden für die oberen Schichten der jährliche Gang und eine Beziehung zwischen Wind und Schichtung gegeben. In den tieferen Schichten werden mittels der Salzgehaltsanomalien nach den Methoden von B. Helland-Hansen die Ausbreitung des Mittelmeerwassers und des subantarktischen Zwischenwassers verfolgt. Die Achse des Mittelmeerwassers wird ähnlich wie bei Helland-Hansen, J. P. Jacobsen, H. Dan-neberg und G. Wüst in etwa 1200 m. gefunden. Hinsichtlich der horizontalen Ausbreitung wird diese Methode immer nur eine relative Vorstellung vermitteln. Im Gebiet, aus dem die Normalkurve stammt,

werden die Anomalien gleich Null, was aber nicht bedeutet, dass die Ausbreitung erloschen ist. Abgrenzungen der Einflussphären bestimmter Wasserkörper allein nach dieser Methode können daher nur beschränkten Wert haben.

In der Arbeit wird die Brauchbarkeit der Aufteilung des Ozeans in Troposphäre und Stratosphäre stark eingeschränkt mit dem Hinweis, dass den gleichbenannten Schichten in Atmosphäre und Ozean nicht die gleichen Eigenschaften zugeschrieben werden können. Derartige Einschränkungen der Analogien hat bereits A. Defant gesehen, als er 1928 die Begriffe von der Atmosphäre auf den Ozean übertrug. Die Zweiteilung hat sich aber in allen Weltmeeren in vielfacher Hinsicht bewährt, demgegenüber der vorgeschlagene Ersatz: Surface Layer, Thermocline Layer, Deep Water von vornherein den Nachteil hat, dass er sich allein auf den thermischen Aufbau stützt und zu der Salzgehaltsschichtung und der Dynamik der ozeanischen Bewegungen keine eindeutige Beziehung besitzt.

Die Arbeit lenkt die Aufmerksamkeit auf eine grosse Zahl von Fragen der Bewegung und des Aufbaus aus dem von der ozeanographischen Forschung bisher so stiefmütterlich behandelten westlichen Nordatlantischen Ozean. Neue Probleme, die dabei auftauchen, können nur den Wert der grundlegenden Beobachtungen der "Atlantis" und ihrer Darstellung und Deutung von C. o'D. Iselin erhöhen.

Günter Dietrich.

H. Thorade. "Beständigkeit und Streuung bei Strömen." Ann. d. Hydr. usw. LXIV. Jahrg., H. 1, S. 13—23, 4 Abb. Berlin, 1936.

This paper is concerned with the treatment of direct observations of currents, and with the significance both of the observations themselves and of various statistics of them.

One of the vessels to take part in the international expedition to the South Kattegat in August 1931 was the German research steamer "Poseidon." On this vessel a Rauschelbach current-meter was operated and the observations then taken are used to illustrate the principles of the paper under review.

Rauschelbach's meter gives a record of the instantaneous values of the speed and direction of the current every tenth second, and the particular group of observations on which the numerical calculations and diagrams are based, consists of 150 consecutive measurements, extending over 25 minutes. Such a record shows so much fluctuation in the current that a single pair of instantaneous values of speed and direction has very little oceanographical significance. But when a considerable number of consecutive pairs are considered, various statistics of oceanographical significance can be evaluated. Such statistics are the average direction, the average speed, the vector-mean, and three coefficients of dispersion, analogous to standard deviations. These coefficients of dispersion determine the "ellipse of mean error" and the "ellipse of probable error."

The vector-mean and the coefficients of dispersion have undoubted utility but require a good deal of computation. The average direction and the average speed require less computation, and so the author examines how far these concepts and the corresponding standard deviations may be used as substitutes for the others. He defines a "circle of dispersion" so that it can be evaluated in terms of the standard deviations of speed and direction. When the distribution of the observations follows the normal law, it is found that the circle of dispersion contains between 63·2 % and 68·3 %

of all the points representing observations, whatever be the shape of the ellipse of error.

The ratio of the magnitude of the vector-mean to the average speed, as a measure of the degree of permanence, or absence of dispersion, is shown to be unsatisfactory. In particular, this ratio fails to measure the scattering in speed when the direction of the current is constant.

J. P.

F. S. Russell. "The Seasonal Abundance of the Pelagic Young of Teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part III. The year 1935, with a note on the conditions as shown by the Occurrence of Plankton Indicators." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XX, No. 3, pp. 595—604, 4 Fig. Plymouth, 1936.

Two previous reports by the author have served to establish a provisional average, based on eleven years observations, for the number of young Teleosts occurring in fortnightly catches with a stramin net in the Plymouth area. In the present paper the catch throughout the year 1935 is compared with the average so obtained and suggestions are made as to the correlation of the departures from the normal with the physical conditions, as determined both directly and by inference from the occurrence of other organisms which might be regarded as indicators of water of high or low phosphate content.

The year 1935 was marked at Plymouth by being the lowest on record in its production of young fish taken as a whole, the deficiency being spread uniformly over the whole year and shared by most of the species present. Comparing this with the annual winter maxima of the phosphate content of the waters off Plymouth, it was found that the phosphate, which since the winter of 1930—31 had been below the average, reached its minimum in 1934—35. Previous years had shown a correlation between a high phosphate content and the abundance of young fish.

G. P. F.

F. S. Russell. "Observations on the Distribution of Plankton Animal Indicators made on Col. E. T. Peel's Yacht 'St. George' in the Mouth of the English Channel, July 1935." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XX, No. 3, pp. 507—522, 6 Fig. Plymouth, 1936.

In some previous papers on the plankton of the mouth of the English Channel Mr. Russell put forward the proposition that certain easily recognized plankton organisms might be used as indicators of the various types of water which occur in that locality. The opportunity of a cruise at the mouth of the Channel in July 1935 in Col. E. T. Peel's yacht, with facilities for taking tow-nettings but not, apparently, water samples, allowed the author to test in actual practice his earlier conclusions. In general it may be said that they answered his expectations, but it is evident that they must be used with caution or rather with intelligence; for instance, two of the suggested indicators of what may still be designated as *Sagitta elegans* water, *viz.*, *S. elegans* and *Aglantha*, were also found plentifully in coastal channel water off Lands End, but only as small specimens. The suggested explanation is, not that a mass mixing of the two waters had occurred, but that the young stages, which occur mainly in the surface layers, were carried over by a surface drift.

The existence of a third type of water, the South-Western of previous papers, now called Biscayan, was confirmed. It formed a belt between the *elegans* water and the French coast, and was characterized by the absence of indicators and the small volume of the plankton, rather than by any positive sign, except perhaps *Noctiluca*.

Two additional indicators for *elegans* water, the copepod *Metridia* and the Hyperid amphipod *Themisto gracilipes*, are mentioned. It may be recalled that L e D a n o i s in 1922 proposed *Euthemisto sp.*, possibly the same species, as an indicator of the water in which the Albacore *(Germo alalonga)* was to be found between France and the south coast of Ireland.

G. P. F.

E. Steemann Nielsen. "The Production of Phytoplankton at the Faroe Isles, Iceland, East Greenland, and in the Waters Around." Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders., Ser. Plankton, Bd. III, Nr. 1. S. 93. København, 1935.

Die Arbeit enthält die Ergebnisse von Untersuchungen aus den Jahren 1932—34, die im Einzelnen besprochen werden, ausserdem eine allgemeine Kennzeichnung der verschiedenen Unterregionen des Gebiets, sowie allgemeine Betrachtungen über die Planktonproduktion. Von den drei Fahrten der "Dana" in den genannten Jahren wurden Wasserproben aus 0—50 m. Tiefe mit dem umgekehrten Mikroskop untersucht, dazu Temperaturen, Salzgehalt, Phosphat, Nitrat, Sauerstoff, z. T. auch die Durchsichtigkeit des Wassers bestimmt. Die Befunde werden Station für Station in zweckmässiger Anordnung durchgesprochen.

Die allgemeinen Betrachtungen beziehen sich auf die begrenzenden Faktoren der Planktonproduktion. Wie in antarktischen Gewässern sind auch hier die Stabilisierung und der Detritusgehalt des Wassers von massgebender Bedeutung. Als begrenzende Faktoren kommen im allgemeinen Temperatur und Zahl der überwinternden Zellen nicht in Betracht, vermutlich aber bisweilen Tierfrass, in der Hauptsache jedoch nur Licht und Nährstoffe. Die Lichtzufuhr für die Algen ist sehr kompliziert bedingt. Solange das Wasser nicht stabilisiert ist, werden die Algen durch die bis zu 500 m. tief gehende Konvektion dem Licht oft lange Zeit entzogen. Stabilisierung hat, wo sie eintritt, zunächst reiche Planktonproduktion in der Oberschicht, danach deren Aufhören zur Folge, weil sie weitere Nährstoffzufuhr verhindert. Ein zweiter für die Lichtwirkung massgebender Faktor ist die hauptsächlich vom Detritusgehalt abhängige Durchsichtigkeit des Wassers. Auf der letzten Reise wurden Messungen dazu mit dem Pulfrich-Photometer angestellt. Die Durchsichtigkeit ist z. B. bei Island infolge der starken Landzufuhr von Detritus und der aufwühlenden Stürme viel geringer als bei den Färöer. Auch die Länge des Tages, die Lichtintensität und im Norden die Dauer der Eisbedeckung des Meeres beeinflussen in diesen Breiten die Lichtwirkung. Unter Umständen kann, wie z. B. auf der Färöerbank, geringe Wassertiefe die schädigende Wirkung der Konvektionen verhindern. Der Nährstoffgehalt des Wassers wirkt in dem ganzen Gebiet in der bekannten Weise zugunsten einer starken Frühjahrsproduktion, während der Sommerzustand örtliche Unterschiede zeigt, jenachdem Stabilisierung eintritt oder nicht.

Die wesentlichen Kennzeichen der Unterregionen des Gebiets sind folgende. *1. Das nordatlantische Golfstromgebiet über grösseren Tiefen.* Nach der Winterkonvektion tritt im Mai bis Juni starke Planktonproduktion ein,

während der spätere Sommer, da infolge der Stabilisierung neue Nährstoffzufuhr aus der Tiefe nicht möglich ist, planktonarm bleibt. *2. Der Färöer-Shetland-Kanal.* Die Produktion beginnt auch hier im Mai, bleibt aber den ganzen Sommer über fruchtbar, da am Schelfabhang aufsteigendes Tiefenwasser dauernd zu vertikaler Mischung in Wirbeln führt. *3. Das Gebiet über dem Färöer-Islandrücken.* Auch hier findet dauerndes Aufsteigen nährstoffreichen Tiefenwassers und Planktonproduktion während des ganzen Sommers statt infolge der Stauung des Golfstromes am Südabhang des Rückens. *4. Die Irmingersee.* Vom Juni ab ist die Produktion durch den ganzen Sommer beträchtlich, eine Folge teils des Aufstauens von Tiefenwasser, teils von Wirbelmischung, doch bleibt manches noch ungeklärt. *5. Der Ostgrönlandstrom.* Nach der Eisschmelze tritt Ende Juni starke Diatomeenproduktion ein, doch folgt nach Verbrauch der Nährstoffe infolge fester Stabilisierung der Wasserschichtung, die keine Zufuhr mehr gestattet, starke Verarmung des Planktons. *6. Das Mischgebiet in der Dänemarkstrasse und längs Ostgrönland.* Durch stetige Beimischung nahrhaften atlantischen Tiefenwassers wird kräftige Vegetation durch den ganzen Sommer ermöglicht. *7. Das Küstengebiet der Färöer und die Färöerbank.* Starke Untermischung durch Tidenströme verhindert die Stabilisierung und ermöglicht Nahrungszufuhr und Planktonproduktion durch das ganze Jahr. Die Fjorde verhalten sich verschieden, jenachdem ob sie abgeschlossen sind oder nicht. *8. Die isländischen Küstengewässer. (a) Südküste.* Starke Planktonproduktion beginnt im Mai nach Stabilisierung und Klärung des vorher von Stürmen aufgewühlten Wassers auf Grund der Nährstoffzufuhr durch Winterkonvektion. Im Sommer gibt nur im Südwesten neue Nährstoffzufuhr zu dauernder Produktion Anlass. *(b) Westküste.* Nach dem Frühlingsmaximum bleibt das Plankton ziemlich arm. *(c) Nordküste.* Abgesehen von einer Frühlingswucherung im Mai und Juni nach der Stabilisierung bleibt das Plankton sehr arm. *(d) Ostküste.* Eine sommerliche Planktonproduktion entsteht auf Grund der Nährstoffe des Ostislandstroms, doch sehr unregelmässig. *(e) Fjorde.* Die Produktion beginnt meist einen Monat früher als draussen. Landwasserzufuhr im Sommer hat keinen wesentlichen Einfluss. — Dieser Versuch der Kennzeichnung der Regionen, der durch eine Kartendarstellung abgeschlossen wird, konnte, da das empirische Material für ein so grosses Gebiet doch ziemlich spärlich ist, nur mit starker Zuhilfenahme von theoretischen Überlegungen durchgeführt werden. Das Prinzip der Stabilisierung beherrscht durchaus die Gedankengänge, denen man immerhin mit Interesse folgt, auch wo sie nicht ganz überzeugen.

E. H.

R. E. Savage and A. C. Hardy. "Phytoplankton and the Herring. Pt. I, 1921 to 1932." Min. of Agric. and Fish., Fish. Invest. Ser. II, Vol. XIV, No. 2, 1934. London, 1935.

R. E. Savage and R. S. Wimpenny. "Phytoplankton and the Herring. Pt. II, 1933 and 1934." Ibid., Vol. XV, No. 1, 1936. London, 1936.

Diese beiden zusammengehörigen Arbeiten enthalten eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den Wucherungen des Phytoplanktons und den Standorten der Heringsschwärme in der südlichen Nordsee. Der erste Teil behandelt nach einheitlichen Gesichtspunkten die Jahre 1921 bis 1932, indem die Ergebnisse des herbstlichen Heringsfanges von Yarmouth und Lowestoft

aus unter Mitberücksichtigung anderer Faktoren zu den Wucherungen von *Rhizosolenia styliformis* und *Phaeocystis* in Beziehung gesetzt werden. Der zweite Teil behandelt eingehender die Jahre 1933 und 1934, von denen das erstere infolge seiner Witterungs- und Strömungsverhältnisse besonders deutliche Auskünfte über das Grundproblem gibt, das letztere aber durch sehr vollständige Planktonuntersuchungen nebst Salzgehalts- und Temperaturbestimmungen tieferen Einblick in die Vorbedingungen der Wucherungen ermöglicht. In den Jahren 1933 und 1934 kam neben *Rhizosolenia* besonders *Biddulphia sinensis* zur Geltung, während im Frühling 1933 auch *Coscinodiscus concinnus* stark wuchernd beobachtet war. Das Zahlenmaterial der Untersuchung wurde hauptsächlich durch Vertikalzüge mit dem Hensen-Netz und Umrechnung auf 1 m.^{3} gewonnen, doch wurden auch die Ergebnisse von Horizontalzügen, Angaben des Planktonrekorders und Schöpfproben verwendet.

Das Hauptergebnis des ersten Teils ist, dass Phytoplanktonwucherungen die Heringsschwärme verdrängen oder zu Umwegen auf ihren Wanderungen zwingen können. Berücksichtigt man die anderen mitwirkenden Faktoren, wie den Einfluss der Mondphasen, die Jahresklassen der Fische, Schlechtwetterperioden und ökonomische Verhältnisse, so bleiben eine Anzahl Fälle schlechter Fangperioden, die sich mit grosser Wahrscheinlichkeit auf diese Weise erklären. Die Untersuchung von 1933 fügt als neues Ergebnis hinzu, dass die Heringsschwärme sich an den Rändern der Phytoplanktonmassen stauen. Auch das Zooplankton tat das, doch nicht etwa an denselben Stellen wie die Heringe, wobei zu bemerken ist, dass die Heringe in dieser Fangzeit nicht fressen. Die Wirkungen gehen teils von *Phaeocystis*, teils von den Diatomeen, teils von beiden gemeinsam aus. Ihre Wucherungen erstrecken sich oft über 50—60, manchmal über 100 Seemeilen. Der Vertikalverteilung nach bevorzugte *Rhizosolenia* die tieferen Schichten (was jedoch in den späteren Untersuchungen nicht der Fall war), während *Phaeocystis* optimale Bedingungen an der Oberfläche zu finden, später aber abzusinken schien.

Die Untersuchungen des zweiten Teils ermöglichen es, auf Grund zahlreicher Parallelkarten für Phytoplankton und Salzgehalt die Lage, Entwicklung und Verfrachtung der Wucherungen auf die Strömungsverhältnisse, insbesondere auf bestimmte mehr oder weniger konstante Wirbel der südlichen Nordsee zu beziehen. Man kann 1933 die Hauptwucherungen auf den Karten durch Monate verfolgen. Das Jahr war heiss und zeigte starken Einstrom atlantischen Wassers von Norden her in der Tiefe, der anfangs zu ausgeprägter Schichtung, später zu Nährstoffzufuhr durch Mischung führte. Diese Umstände hatten Wucherungen von früher nie beobachteter Stärke zur Folge, die ihrerseits die Heringswanderungen stark verzögerten. Für die Jahre 1933 und 1934 werden auch Vertikalschnitte der Verteilung von *Rhizosolenia* und *Biddulphia* gegeben.

Einige weitere Abschnitte des zweiten Teils geben Ausblicke auf Fragen, die noch nicht zu einer überzeugenden Lösung gekommen sind, die jedoch das Grundproblem in interessanter Weise beleuchten. Es wird wahrscheinlich gemacht, dass die Tiergemeinschaften innerhalb und ausserhalb der Phytoplanktonwucherungen eine gewisse physiologische Aufeinanderfolge darstellen, derart, dass das Innere Nährgebiet für Jugendformen ist, die dort durch Nährstoff- und Sauerstoffreichtum gefördert werden, während die Erwachsenen mehr ausserhalb leben. Ein tieferes theoretisches Verständnis der Wucherungen scheint zu gelingen, wenn man ihre Entwicklung zu den Zellteilungsfolgen der Diatomeen in Beziehung setzt und die Abweichungen von dem danach theoretisch zu Erwartenden aus möglichen Hemmungen

(z. B. Tierfrass) zu erklären sucht. Schliesslich wird der Gedanke geprüft, auch experimentell, ob es möglich ist, dass in starken Pflanzenwucherungen eine Erhöhung des Salzgehaltes durch Bindung von Wasser bei der Bildung von Kohlehydraten durch Photosynthese stattfinden kann. Weitere Untersuchungen über diese Probleme werden in Aussicht gestellt.

Vom Standpunkt der Planktonforschung gesehen stellen diese beiden Arbeiten eine Untersuchung von Extremzuständen, von Maximalzuständen dar. In der Tat handelt es sich um Wucherungen von solcher Stärke, dass sie oft auch den Fischern sichtbar und durch unangenehmen Geruch wahrnehmbar werden. Dass es gelungen ist, trotz der so komplizierten Bedingungen der südlichen Nordsee die Verhältnisse einigermassen aufzuklären, liegt wesentlich an dieser extremen Üppigkeit des Planktons, welche es ermöglicht, solche Wucherungen als selbständige Gebilde innerhalb der Planktonbesiedelung der Nordsee deutlich herauszuerkennen. Es liegt aber auch an der quantitativen Methodik und an der gleichmässigen Verteilung zahlreicher dicht liegender Stationen über eine grosse Fläche.

E. H.

W. Erdmann. "Die Deutsche Grosse Heringsfischerei in den Jahren 1931—1934." Ber. Deutsch. wiss. Komm. f. Meeresf., N. F., Bd. VIII, H. 1, S. 1—23, 16 Karten. Stuttgart, 1936.

In this review of the German drift-net fishing by Dr. Erdmann we are made aware of the rapid development of the German herring fleet, and the determined effort being made by his country to become as far as possible self-supporting in the matter of its herring supply.

Fishing companies have been amalgamated and much progress has been made in reorganizing and rationalizing the industry. The fleet is being rapidly modernized and augmented by the addition of motor vessels. From 1930 to 1934 the number of drifters or luggers has increased from 124 to 169 and during this short period the fishing capacity of the fleet has been more than doubled. All vessels are equipped with wireless receiving apparatus, and in 1934 eleven had wireless transmitters. Wireless contact is also maintained with shore establishments through the cruisers "Elbe" and "Weser", which are in attendance on the fishing fleet in turn.

The results of the fishery are represented on a series of monthly charts from June to December. From these we learn that further expansion of the fishery has taken place in recent years by the extension of fishing operations to grounds hitherto rarely visited by German vessels. For example, German herring luggers fished to the west of Shetland in June 1932 and 1934. In recent years a very productive field to the east of the Fladen Ground and in the neighbourhood of the Great Fisher Bank has been extensively exploited in June and July. Another important development has been the extension of fishing operations into the English Channel in December.

The trend of the herring fishery is in many respects the same year after year, moving gradually southwards from the northern North Sea, where fishing commences in June, to its conclusion in December within the Southern Bight and English Channel. Great annual variations, however, are apparent in the yield and intensity of fishing and we note, for example, the great differences in the distribution and in the catches of the fleet in July 1931 and 1932 respectively. It is important both for the fisherman and the scientist to be made aware of these differences, but we think that the

plotting of the data for the three years 1931—1933 on the same charts has obscured the character of each year's fishery.

The charting of the operations of a fishing fleet is useful and important, and so far this work is to be commended, but we think it would gain in value and in clarity if the charts were not limited to a period of one calendar month but were prepared in accordance with the broad phases of the fishery. The herring fishery in the northern North Sea has two distinct phases, the first extending from May or June to the middle of July when the shoals are feeding heavily, and the second extending from about the end of July until mid-September when the shoals become segregated into spawning and non-spawning groups. A third phase follows with the concentration of the fleet in the region of the Dogger Bank in September and October, and finally comes the last phase, which commences on the Lowestoft grounds in October and concludes on the spawning grounds on the French coast in December.

It has to be admitted that the various phases do not fall strictly at the same time each year, but some such scheme would show the natural segregation of the herring population into groups according to their spawning times and spawning places and would necessitate fewer charts. Fewer symbols would also be required for the summary charts giving the full results of each year's fishery.

H. W.

W. Erdmann. "Die Deutsche Grosse Heringsfischerei im Jahre 1935."

J. Lundbeck. "Biologisch-statistische Untersuchungen über die Deutsche Hochseefischerei. I. Die Zusammensetzung der Anlandungen." Ber. Deutsch. wiss. Komm. f. Meeresf. N. F., Bd. VIII, H. 2 (S. 1—36, 1 Abb., 9 Kart.: S. 37—129, 4 Abb.). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1936.

This part of the eighth volume of the "Berichte" of the German scientific commission for investigation of the sea contains papers by Erdmann and Lundbeck, both characterized by typical German thoroughness. The first paper, by Erdmann, on the German deep-sea drift-net fishery for herring in 1935, gives a full and detailed account of this important fishery, with a text-figure, five statistical tables, and nine charts. Comparison is made with the years 1930 to 1934 inclusive, so we are able to trace its growth. In 1935 the German herring fleet consisted of 168 vessels ranging from steam-drifters (4) to a new type of motorlugger. This new type was the most successful, averaging 5235·5 Kantjes per vessel (17 Kantjes sea-pack = 13 barrels land-pack). The 1935 season was very successful and would have been even more so, but for the bad weather experienced in the North Sea in autumn and in the Channel in winter. The total catch was the highest on record. Compared with 1930 there is an increase of 36·3 % in the number of vessels, 55·0 % in the number of journeys, 114·6 % in the total catch, 38·5 % in the catch per voyage and 56·9 % in the catch per vessel.

The total catch for the year was 690,528 Kantjes, giving 516,000 barrels. To meet the demands of the home market 511,000 barrels were imported; that is, about 40 % of the total.

The author gives further interesting details, showing the monthly catches on the various grounds, illustrated by charts. It is impossible to summarize

this detailed information here: reference must be made to the original paper. It must be noted that Erdmann is very favourably impressed by the early fishery on the Ling-Bank and thinks this fishery capable of further development. Right up to the end of August there are dense shoals of herring of the highest quality in the vicinity of Bressay Shoal.

The second paper, by Lundbeck, deals with the great German deep-sea trawl fishery. No other country has developed so rapidly and so strongly a deep-sea fishery on the distant grounds. No less than 64 % of the landings of the German deep-sea fishery and 86 % of the trawl fishery are from grounds far distant from the homeland. This to some extent adds to the difficulty of the biological-statistical examination of the catch. Lundbeck gives an account of the handling of the catch on board, and this does not appear to differ markedly from the practice in other vessels. Next comes an account of the landing and preparation for sale and a critical account of the statistics available. Two of the most important developments of the German deep-sea trawling industry since 1929—30 are the cod and haddock catch in the Barents Sea and the plaice catch of the deep-sea cutters.

The immense amount of labour involved in the preparation of this paper will be realized from the author's statement that it concerns 300,000 measurements of length at the markets, particularly at Wesermünde, in addition to numerous investigations on board the steam-trawlers.

Lundbeck gives full details of the methods adopted in the market measurements. He points out the difficulties due to the different methods of presenting the statistics, and the variability in the sizes from time to time in the different trade-classes of fish.

There is no doubt that the author has frankly recognized the possible sources of error and does his utmost to either eliminate or minimize them. Anyone who thinks that "Fishery Statistics" is a light and easy subject is recommended to read Lundbeck's careful and masterly analysis. Some of the more interesting results may be mentioned here.

After the herring the most important fish for the German deep-sea fishery is the cod, half the catch of which comes from Iceland and one-third from the Barents Sea. On the Iceland grounds cod is the most important fish for the German trawlers, forming 42 % of the total catch, whereas in the Barents Sea it forms only 33 % and is surpassed by the haddock. In the North Sea cod forms only 10 % of the German deep-sea fishery.

The haddock approaches the cod in importance. Although the total catch of haddock is slightly less than that of cod, its value is higher. In the North Sea and Barents Sea the haddock with 30 and 59 % respectively is the most important species; in Iceland it drops to 10 % falling behind cod, coalfish and Norway haddock (Rotbarsch). Also off Bear Island and in the Kattegat the haddock is of relatively minor importance. More than half the haddock landed in Germany comes from the Barents Sea, the remainder almost exclusively from Iceland and the North Sea.

The whiting, which resembles the haddock superficially, is often not separated from it in the catches when landed. In pre-war years the smaller classes of North Sea haddock landed in Germany consisted of three-quarters whiting. At present this difficulty has been overcome. Mixing of these two species is now an exceptional occurrence, but occasionally whiting are mixed with small haddock (or *vice versa*) to the extent of 25 or 30 %.

The coalfish is the third most important gadoid for the German trawlers. About four-fifths of it come from Iceland, where the catch is more than

double of that for haddock and forms 22 % of the total catch. The remainder comes from the North Sea, where the catch of coalfish equals that of the whiting (18 % of the total). A lot of coalfish are caught in the North Sea in the herring trawl — more than any other fish except the herring. The coalfish is one of the cheapest fish in Germany. The pollack resembles the coalfish and is sometimes mixed with it in the statistics. The pollack is, however, a much scarcer fish and plays a relatively unimportant rôle. It is not found in northern waters. Three-fourths of the German catch come from the North Sea, the remainder from the Kattegat. Pollack is relatively a shallow-water species. In the Kattegat it is, with 7 %, the third most important fish, following after cod and whiting.

There are two species of ling, the common and the blue, of which the latter was of minor importance. But with the recent development of a winter northern deep-water fishery the blue ling is more often caught, so that it surpasses the common ling and a number of other marketable fish in importance.

Of those fish which have been first introduced into the German markets by the development of deep-sea trawling the Norway haddock is the most important. Of the two species of *Sebastes*, it is the larger *(Sebastes marinus)* which is of importance to the German market. It has become popularized in Germany remarkably quickly, so that today three-fourths of the European catch are landed there. It forms 7 % of the deep-sea fish landed and ranks fifth on the list (after the coalfish). By far the greatest quantity comes from Iceland, where it is the third most important fish, coming near to the coalfish and exceeding in quantity the haddock. The second most important area is the Barents Sea; only a few are caught in the North Sea. Its market value in Germany has increased enormously and on the average it fetches a better price than cod.

Two-thirds of the cat-fish come from the Barents Sea.

Plaice, which were once the most important German deep-sea fish, play a less important rôle since the northern extension of the fishery. There is no longer any regular steam-trawl fishery for plaice in the German Bight. A circumstance of considerable interest in recent years has been the development by motor-cutters of a lesser deep-sea fishery in the southern part of the North Sea. For the most part it is carried on in the German Bight but partly in the Kattegat as well. In this fishery plaice forms two-thirds of the quantity and half the value. Of the total plaice landed in Germany 74 % comes from this fishery. From the North Sea considered separately 90 % and from the Southern North Sea 97 % of the plaice landed is due to this fishery.

For the steam-trawler plaice there are three principal regions of practically equal importance — Iceland, North Sea, and Barents Sea. The German steamers pay much less attention to the plaice than the English or Dutch, since the two latter get a much better price for this fish, so that the plaice grounds of the Southern North Sea are fished almost exclusively by non-German steamers. In the Barents Sea, where the plaice was originally the most important fish for the Germans, the fishery is now almost entirely given over to gadoids.

Many other catches of fish are analysed in detail, including species not marketable in England.

It is impossible in this short review to give any adequate idea of the wealth of information contained in the statistical tables assembled by

Lundbeck. Still less is it possible to summarize the masterly analysis of these tables. Lundbeck takes into account the minimum size of marketable fish of each species, the variation in length in the various trade categories, and many other factors. In our opinion the statistics are marshalled with a skill, and presented with a lucidity, which should serve as a guide to future workers in this field of research.

J. T. J.

Å. Vedel Tåning. "Young Herring and Sprat in Faroese Waters." Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders., Ser. Fisk., Bd. X, Nr. 3, pp. 1—28, 11 Fig. København, 1936.

Both sprat and herring are now known from the Faroes, but until the present work was undertaken, excepting one specimen in the Copenhagen Zoological Museum, no mention is made of any sprat from these regions, although herring are fairly plentiful. The most abundant form of Faroese herring spawns in spring whilst the scarcer form is a summer-spawner. Larvae of the spring-spawning form only have been recorded, the work not covering those months in which summer larvae might be expected.

The early material collected by Schmidt from the "Thor" in 1903—1908 contains no herring larvae, although many stations were taken in spring when they should have been seen if present. In 1913 a number of sprat larvae were caught in May and June in the Suderø area, recorded by Jespersen (1920) as herring. Investigations made from 1924—1934 by the "Dana", supplemented in 1935 by one of the larger Faroese motor-boats, showed larvae of both species. Further interesting additions were made by Dr. R. S. Clark in 1931—1935, who on several occasions took herring larvae at the Faroes, the majority coming from the east of Suderø, just as is the case with the "Dana" material. A few isolated larvae were also taken near the Faroe Bank and south-east of Suderø. The material is small, only nine hundred and twenty-four specimens altogether, plus fifty-seven from Clark. They are mostly young stages and the large numbers are concentrated in 1934—1935. It seems from the evidence so far obtained that there must be a great fluctuation in the production of fry in Faroese waters. The drift away from the area is great and many larvae must be quickly carried away. This may account for the small local stock.

The results of the present research appear to show that the spring herring spawn principally to the east of Suderø within the fifty-metre line in the spring months, the temperature being slightly higher than in the northern islands. The larvae taken over Suderø Bank and further out in the Shetland Channel have probably come from a spawning close to the coast of Suderø.

The sprat apparently only spawns in the fjords, especially in the northern isles. Only small numbers were collected, the chief spawning period being from late March to May. In separating the herring and sprat larvae, counting the myomeres, as described by Fage and Lebour, was used, the numbers agreeing closely with those from the English Channel. For the smaller larvae the pigment on the tail was found to differ constantly in the two species — a character which appeared unstable in the English Channel specimens. No mention is made of the yolk-sac which is present in the herring at a much greater size than in the sprat, and which with the other characters mentioned separate the two easily.

M. V. L.

A. L. Tester. "The Herring Fishery of British Columbia — Past and Present." Biol. Board Canada, Bull. No. XLVII, pp. 1—37, 18 Fig. Ottawa, 1935.

Here is a comprehensive account of one of the most important fisheries of the province of British Columbia.

The author has dealt in great detail with the progress made in the catching of the fish — from the days when drag-seines were used from the beach, through the period of drifting gill-nets up to the present time when the purse-seine is extensively used.

The purse-seine, as an instrument for catching herrings, must be acknowledged to be most successful, and in waters where its use is possible it is bound to be more economic than the Scottish drift-net. Unlike the latter method, there is something appealingly positive about the "purse." The expert "scout" can feel the fish before shooting, and so the catch can be regulated to suit the prevailing conditions.

With the drifter the gear is definitely fixed for several hours, and the quantity of fish caught is more a matter of pure luck than a reflection on the skill of the skipper.

The rise in the landings of herrings in the British Columbia fishery has been phenomenal — from 1,500 to 10,000 cwt. between 1887 and 1900, and then up to about 1¾ million cwt. in 1927 — but like the herring industries of other parts of the world it has suffered shocks from economic crises.

During the World War there were great developments in the pickling, canning, and smoking of herring, as well as enormous demands for the fresh fish, but after the war these products were reduced to negligible proportions. The annual catch, however, was increased in spite of this, through the subsequent development of the dry-salting and reducing industries (oil and meal), and at the present time these absorb by far the greater proportion of the total catch.

Since the market conditions influence the size of the catch, total landings do not altogether give a true picture of the fluctuations in the abundance of fish, but it is well known that in this fishery, as in all others, marked fluctuations do take place, not only in the actual numbers of fish, but also in the size of the herrings.

Here the author makes what, to me, appears to be a contradictory statement. He stresses the point that the herring in British Columbia tend to form local populations, that is, they are non-migratory, and also he states that "noticeable fluctuations in the size of the herring have also occurred." In such a population of herring with a high rate of natural mortality (I should imagine they mature early), any considerable increase in length would most likely be caused by a migration of other fish to the grounds.

The "over-fishing" problem has also received attention and the symptoms of this dreaded complaint have already appeared — the decrease in length and decrease in numbers of older fish in the catches — but a slight improvement has been noticed lately through the restrictions imposed on the fishery by unfavourable market conditions.

Similar indications have been observed in the herring fishery of the southern North Sea, and similar restrictions have brought about a temporary relief, and in this connexion I am of the opinion that the prohibition of fishing at the time when the fish are actually spawning, and the use of

nets whose meshes will exclude the smaller mature herring, are the chief means of regulating a herring fishery.

The author concludes with an outline of the future prospects and possibilities of the fishery. He feels that markets for fresh and frozen herring could be extended inland and that, in addition to the production of bloaters, kippers, Bismarks, etc., canning could be further exploited, but at the same time he feels that the catching of the fish should be under suitable administration and biological supervision.

W. C. H.

W. C. Herrington. "Decline in Haddock Abundance on Georges Bank and a Practical Remedy." U. S. Bureau of Fish., Fish. Circ. No. 23. Washington, D. C., 1936.

This Fishery Circular is, of course, no scientific treatise. It is a popular account of an accumulation of research upon the haddock of the west of the Atlantic. There are no biological principals involved but which are already well known to European investigators.

Three independent haddock stocks are recognized in North American waters. One is located on the New England grounds, that is, the Georges Bank region, one on the Nova Scotia grounds, and one on the Grand Bank of Newfoundland. In the past the New England stock has furnished by far the largest share of the American catches. The haddock of Georges Bank have been decidedly the most abundant, and there, moreover, they grow faster and appear to maintain better condition than elsewhere. The year 1905 saw the introduction of the otter trawl into New England from the North Sea, from which time on the toll taken of the haddock of Georges Bank steadily increased. In addition, about 1924 the packaging of fresh and frozen haddock fillets was developed and with it the intensity of fishing further increased. Between 1924 and 1929 the New England haddock catch rose from 93,500,000 to nearly 256,000,000 pounds. That was the heyday of the fishery. The decline which followed was severe. Between 1930 and 1934 trawlers fishing on Georges Bank averaged scarcely one-third as much haddock per day as from 1924 to 1929. They became obliged to go further afield, in particular to the Nova Scotia grounds, to the accompaniment of increased running time and production costs, and to the detriment of the freshness of the catches when landed. There was a slight improvement in 1932 due to the upgrowth of a strong 1929 brood, and in 1934 the average catch was fairly well maintained, partly in respect of a fairly successful spawning season in 1931, but also because more than two-thirds of the fleet previously exploiting Georges Bank were now working other regions. Over the ten years ending 1934, however, the general trend was progressively downward.

The usual remedial measures are discussed. The mesh of the cod-end used by the trawlers was a three-inch one. On the American market, haddock of less than 1½ pounds weight are of no commercial value. According to statistics collected by the U. S. Bureau of Fisheries during the winter 1930—1931, about two-thirds of the haddock taken on Georges Bank were below marketable size. In 1931 and 1932 a series of tests was carried out with small cod-ends, a commercial trawl with trouser cod-ends, and full-sized trawls as regularly employed by commercial vessels. The results obtained proved that a large proportion of the baby haddock destroyed by otter trawlers could be saved by increasing the size of the mesh of

commercial nets, as had likewise been found on the European side. A 4¾-inch mesh was shown to catch on the average about one-fifth as many baby haddock, an equal number of scrod haddock, and as many or more large haddock as the usual 3-inch one. The adoption of a regulation mesh of 4¾ inches is therefore recommended, together with a minimum market size of 1½ pounds gutted. It is stated that the 4¾-inch mesh retains practically all haddock of 1½ pounds and over, and releases about four-fifths of the stock below that minimum size. It is further observed that if these regulations had been in force in 1931 they would have protected Georges Bank haddock population about as much as would have been accomplished by tying up the entire fishing fleet for six or seven months of that year. Closed seasons and closed areas are rejected as impracticable.

The Circular was published in July, 1936. Some three months later it became known that the United States had passed regulations stipulating a minimum cod-end mesh of 4¾ inches. America thus followed the lead given by the protective legislation introduced by the British Government three years earlier.

Herrington makes some interesting comparisons between the haddock fishery of American waters and that of the North Sea. During the years 1929—1932, British trawlers in the North Sea averaged 550 pounds of haddock per 15 hours fishing. During the same years, vessels of similar size fishing Georges Bank averaged 10,400 pounds of haddock in approximately the same fishing time. North Sea trawlers fish 15 to 20 days to catch as much haddock as is at present averaged in one day on Georges Bank.

By way of further comparison it may be added that the growth-rate of the American haddock is much greater than that of the North Sea stock. Three-year-old American fish average from 16 to 20 inches in length according to the location of capture. An average three-year-old North Sea haddock is about 12 inches in length. In the North Sea stock a fish weighing 1½ pounds gutted would be about 17 inches in length, which is greater than the average size of six-year-old fish. The amount of haddock surviving the fourth year of life in the North Sea is of negligible significance.

The publication gives one a rapid and vivid impression of the state of the haddock stock in North American waters. It cannot fail to emphasize to European investigators the circumstances of the fishery in the North Sea.

D. S. R.

W. F. Thompson and R. van Cleve. "Life History of the Pacific Halibut. (2) Distribution and Early Life History." Rep. Internat. Fish. Comm. No. 9, pp. 1—184, 72 Fig. Seattle, Wash., 1936.

Für den Bereich des nordpazifischen Ozeans und in Sonderheit zur Erforschung der Lebensgeschichte des nordpazifischen Heilbutts mit dem Hauptziel der schonenden Behandlung der Bestände dieses Fisches ist zwischen Canada und den Vereinigten Staaten von Nordamerika ein internationaler Vertrag abgeschlossen worden. Zur Durchführung dieses Vertrages ist eine Internationale Fischereikommission gebildet worden, der Sachverständige und Fischereiwissenschaftler beider Länder angehören und deren Arbeiten in der Hauptsache von Prof. William F. Thompson geleitet werden, bisher mit dem Hauptsitz in dem U. S. Bureau of Fisheries Building

in Seattle, Wash., U. S. A., neuerdings in der Fischereischule der Universität Washington.

Eine Reihe von Berichten über die Arbeiten der Kommission sind schon veröffentlicht worden, und nach verschiedenen Arbeiten über die fischereilichen Verhältnisse sowie über hydrographische, fischereistatistische und fischereitechnische Fragen liegt jetzt der besonders umfangreiche 9. Report vor, in dem W. F. Thompson und Rich. van Cleve die Verbreitung und frühe Lebensgeschichte des pazifischen Heilbutts behandeln.

Diese Untersuchungen über den pazifischen Heilbutt dürfen auch in Europa besonderes Interesse beanspruchen, weil der im Nordatlantik vorkommende Heilbutt seit langer Zeit fischereilich und biologisch Gegenstand eingehender Beachtung gewesen ist, wobei die Aufklärung gewisser Eigentümlichkeiten bis heute grosse Schwierigkeiten gemacht hat und nicht als endgültig gelungen anzusehen ist. Ist doch überhaupt erst im Jahre 1904 von dem russischen Forscher P. I. Schmidt festgestellt worden, dass die pazifische Form artlich von der atlantischen verschieden ist, dass erstere als *Hippoglossus stenolepis*, letztere als *H. hippoglossus* zu bezeichnen ist; und 1931 konnte der Schwede Rendahl bei Kamchatka sogar noch eine dritte Form *H. camtchaticus* feststellen. Dass ausserdem noch verschiedene Rassen dieser Fischgattung unterscheidbar sind, sei nur nebenbei bemerkt.

Natürlich bestehen — wie zu erwarten — zwischen der pazifischen und der atlantischen Heilbuttart eine ganze Reihe von Ähnlichkeiten und selbst Übereinstimmungen.

Die Zahl der Wirbel und Flossenstrahlen kommt einander fast gleich. Interessant ist auch die Feststellung, dass die von beiden Arten vorzugsweise bewohnten Meeresgebiete in Bezug auf Salzgehalts- und Temperaturverhältnisse sich weitgehend ähneln. In beiden Meeresgebieten hat man beobachtet, dass die Temperaturen von 3° bis 8° C. bevorzugt werden. Auch die Strömungsverhältnisse sind von sehr wesentlichem Einfluss auf das Vorkommen fangwürdiger Mengen von Heilbutt. Hydrographische Beobachtungen jeder Art, mit Einschluss von Treibflaschen-Untersuchungen, spielen daher in der vorliegenden Arbeit eine grosse Rolle, zumal diese Verhältnisse auch von wesentlichem Einfluss auf die Trift der planktonischen Eier und der Entwicklungsformen verschiedenen Alters sind. Die planktonischen Eier beider Arten sind in Grösse und Beschaffenheit einander sehr ähnlich, obwohl der perivitelline Raum bei den pazifischen Eiern um ein Geringes grösser ist als bei der atlantischen Form und das Vorkommen insofern verschieden, als die Heilbutteier im Pazifik in viel grösseren Mengen und wesentlich leichter auffindbar waren. Das hängt damit zusammen, dass diese letzteren nicht in gleichem Masse bathypelagischen Charakter tragen wie die Eier im Atlantik. Die amerikanischen Autoren versichern allerdings, dass sie die ersten Eier im tiefen Wasser längs der Aussenränder der Laichgebiete gefunden haben; aber sie fügen hinzu, dass exakte Tiefenmessungen noch nicht gemacht wurden, dass die Eier aber hauptsächlich in Tiefen von 100 bis 200 m. gefangen wurden, gelegentlich allerdings auch in 935 m. und andererseits in nur 40 m.

Leider muss man sagen, dass diesen Tiefenangaben kein allzugrosses Gewicht beigemessen werden kann, weil sie nach einem von dem europäischen (Johs. Schmidt) erheblich abweichenden Verfahren geschätzt wurden. Die amerikanischen Autoren rechnen nämlich als jeweilige Tiefe nicht weniger als 85 % der ausgefierten Kabellänge, was nach den europäischen Erfahrungen eine so verlangsamte Fahrt voraussetzen würde, dass das Netz fast senkrecht an seiner Schleppleine herabhängen würde und schwerlich

so grosse Eier- und Larvenfänge machen könnte wie angegeben. Somit scheint es in der Tat, dass das pazifische Heilbuttei nicht als eigentlich bathypelagisch anzusehen ist. Damit stimmt dann wohl überein, dass die pazifische Heilbuttlarve schon im zarten Alter im Flachwasser zu finden ist und dass die Larven ung Jungfische sich in allen Altersstufen in Küstennähe vorfinden lassen, wo ihre planktonischen Stadien bis 4 und 5 Monate nach dem Laichen anzutreffen sind.

Die unlängst geschlüpften Larven treiben in noch tieferem Wasser als die Eier; im Lauf der Entwicklung steigen sie aber in höhere Wasserschichten auf und stehen im Alter von 3 bis 5 Monaten in etwa 100 m. Tiefe. Gleichzeitig nähern sie sich den Küsten und wurden im Mai und Juni am Boden der flachen Buchten gefunden. Sie sind hier bei Vollendung ihres pelagischen Lebens 6 bis 7 Monate alt (Beginn des Laichens Dezember). Wäre ein gleiches Verhalten vom atlantischen Heilbutt festzustellen, so hätte dessen Lebensgeschichte schon vor mehr als 30 Jahren vollkommen aufgeklärt werden können.

Aus der Fülle des von den Autoren mitgeteilten Tatsachenmaterials verdient auch die grosse Veränderlichkeit der Eigrösse kurz erwähnt zu werden, die angeblich wechselt mit den Jahren, mit den Fanggebieten u. a. Ein Teil dieser Schwankungen erklärt sich aber wohl aus den Gesetzmässigkeiten, die durch die Untersuchungen von Heincke und Ehrenbaum (Wiss. Meeresunters. Helgoland, II, 1897, S. 253 u. III, 1900, S. 127) festgelegt worden sind.

Sehr zu begrüssen ist die lückenlose Wiedergabe von Abbildungen aller Heilbuttentwicklungsstufen des Planktons und des Bodens. Nur ist die Beschreibung der Pigmentierung dieser Formen insofern lückenhaft, als die Beobachtungen mangels eines eigenen Forschungsschiffes nicht am lebenden Material durchgeführt wurden. Auf diese Weise erfährt man nichts über das etwaige Vorhandensein eines eigenartigen roten Pigments, welches bei den atlantischen Formen nach den Angaben der dänischen Untersucher schon in frühester Jugend sichtbar ist.

Mit den vorhergehenden Ausführungen sind die Ergebnisse der amerikanischen Untersuchungen bei weitem nicht erschöpft. Aber soviel dürfte doch klar sein, dass noch manches fehlt, um ein volles gegenseitiges Verständnis der amerikanischen und europäischen Arbeitsmethoden zu gewinnen, und dass zur Erreichung dieses Ziels ein eingehenderes Studium der beiderseitigen Forschungsweisen und des einschläglichen Schrifttums dringend zu wünschen ist.

E. Ehrenbaum.

R. E. Foerster. "Artificial Spawning Methods for Sockeye Salmon." Biol. Board. of Canada. Bull. No. L, pp. 1—13, 1 Fig. Ottawa, 1936.

Investigations in propagation of the Sockeye Salmon *(Oncorhynchus nerka)* at Cultus Lake, British Columbia, have now been proceeding for over ten years. In the present paper Dr. Foerster deals with experiments to test the relative efficiency of different methods of "stripping" and impregnating the ova.

By way of introduction a summary is given of the biological mechanism of spawning, followed by an explanation of the three means of "stripping" which were compared. An account is also given of the methods of impregnation known technically as "rinsing," "steeping," and "congealing."

Two independent series of tests were carried out. In each of these the three different techniques of stripping were tried in relation to each of the three methods of impregnation. Thus nine separate experiments were made in each series.

Hatchery efficiency depends upon obtaining a maximum number of healthy fry from a minimum number of adult fish with the lowest practicable expense. Consequently in these tests, information was sought, not only as to which procedure should remove the highest proportion of fertile ova from each female, and which subsequent means of impregnation should result in the highest fertility, but also as to the respective time and labour required for each sequence of processes.

The ova from each experiment were incubated in the same hatchery under uniform conditions and subject to the regular hatchery routine, so that factors limiting development after impregnation may be considered constant.

The three methods of "stripping" tried were expression by external hand-pressure, expression followed by killing the fish and incision to obtain the remaining ova, and initial killing of the fish and incision to remove all ova without any other preliminary. In considering the results of these experiments two facts must be borne in mind. First, that unlike European game fish, and several other valued American species, the Sockeye Salmon dies after a single spawning. Secondly, if released after incomplete expression of ova by manipulation, Sockeye, like Atlantic salmon *(Salmo salar)*, may proceed to shed the remaining ova in natural mating. This fact was not overlooked, and special tests were made in which hand-stripped females were allowed to continue spawning naturally in special pens. When the fish died, the unshed ova were counted, as were the fertile ova recovered from the gravel. It was found that from 65 % to 77 % of the retained ova subsequently were impregnated naturally and developed satisfactorily. Even when it is remembered that Sockeye do not bury their eggs to the same extent as do Atlantic salmon, those who have attempted the task of recovering the ova of the latter from their redds, will accept even 77 % as short of the probable maximum.

The "incision" method of stripping yielded 97·3 % of the total eggs in each female, and the "incision after expression" method yielded 97·8 %. Against this "hand-expression alone" only produced 85·5 %, but if allowance be made for subsequent natural completion of spawning, the ultimate loss can be taken as about 3 % of the total eggs.

The "expression" method was considerably the most economical in operation. On an average it took 48·7 seconds to strip each female by "expression", as compared with 71·7 seconds per female for "expression and incision," and 69·2 seconds per female by incision alone. Moreover the "expression and incision" required two strippers instead of one.

It proved impossible to obtain comparable data as to the time taken in impregnating and washing ova by the three methods, but the "steeping" method was the simplest and fastest. Differences in efficiency of the three techniques of impregnation were considered too small to be significant, nor did there appear to be appreciable superiority in the quality of the ova obtained by the different methods of stripping.

John Berry.

H. C. White. "Age determinations of Salmon Parr by effect of Rate of Growth on Body Proportions." Journ. Biol. Board. Canada. Vol. 2, No. 4, pp. 379—382, 4 Fig. Toronto, 1936.

This short paper records the results of measuring the head length and eye diameter of salmon parr of various ages from various rivers in Nova Scotia. It was found that rapidly growing fish, as shown by scale readings, have short heads and small eyes. If the eye diameter be plotted against the length of the fish, each year-class, with very few exceptions, will be found to fall into a separate zone. This is obviously a very useful check on the age determined from the scales, and the author indicates that this feature may apply to other species of fish, so it may have a wide application in fishery research. These problems of relative growth have, however, a wider biological interest and in this connexion, whilst we recognize that tables are expensive to print, it would have been an advantage to have Mr. White's data in full.

F. T. K. P.

A. L. Pritchard. "Factors influencing the Upstream Spawning Migration of the Pink Salmon *(Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum))." Journ. Biol. Board. Canada. Vol. 2, No. 4, pp. 383—389, 3 Fig. Toronto, 1936.

In this paper the mathematical correlation between the height of water and the run of salmon into fresh water is investigated. The work was carried out in McClintock Creek, Masset Inlet, British Columbia, where a counting weir enables the daily run into the creek to be enumerated. The author finds a positive significant correlation between this number and the maximum daily height of the water and also, as one would expect, with the daily rainfall, in spite of the fact that a very high flood may reduce or even entirely stop the run, obviously owing to the fish being unable to breast the current. This relation has, in a general way, long been known, but it is a distinct advantage to have it measured scientifically.

F. T. K. P.

(1) **H. C. White.** "The Homing of Salmon in Apple River, N. S." Journ. Biol. Board. Canada. Vol. 2, No. 4, pp. 391—400, 4 Fig. Toronto, 1936.

(2) **A. G. Huntsman.** "Return of Salmon from the Sea." Biol. Board Canada, Bull. No. LI, pp. 1—20, 10 Fig. Ottawa, 1936.

The investigation of the Atlantic salmon of the east coast of Canada is a comparatively recent development of the work of the Biological Board but it has already proved fruitful, and these papers are very welcome for the light they throw on the habits of salmon in Canadian waters. The first is concerned with the freshwater life of the fish and the second is a non-technical summary of the work already accomplished.

(1). The Apple River in Nova Scotia is formed by the confluence of two tributaries, the East and West Apple rivers. Salmon enter the river to spawn but until 1921 they were denied access to the East Apple by a dam, but even after the removal of this dam, the run was confined to the West Apple. No salmon were recorded in the East Apple until 1932,

when fry from the Restigouche river in New Brunswick were planted in it. When these fish were ready to migrate to the sea in 1934, there was a good opportunity to test the theory of a "homing instinct" in Atlantic salmon. All the smolts migrating down the East Apple were therefore marked by the removal of the adipose fin, whilst those in the West Apple were unmarked. In 1935 these fish were returning to the river as grilse and, with very few exceptions, all those entering the East branch were marked, and those the West branch, unmarked. The few exceptions, it was noted, occurred at the end of the run, when the fish were ripe for spawning. The author rightly concludes that this experiment shows that "Atlantic salmon have some means of selecting the stream in which they were reared," though, on the basis of the exceptions, he elsewhere suggests that when the spawning urge is very strong, this instinct may not operate. These anomalies are, however, so few that the work may be regarded as convincing confirmation of the popular theory of a "homing instinct" in salmon, a theory for which there is a good deal of other, though less direct, evidence.

The paper also includes valuable data on the movements of adult salmon in fresh water, which shows that they have a tendency to return to the stream, or even the pool, in which they previously spawned.

(2). Dr. Huntsman reviews the work on the salmon of the St. John's and Apple rivers of Nova Scotia, the Minas Channel and Basin at the head of the Bay of Fundy, and the Margaree River of New Brunswick. He gives some interesting data on the life of salmon in Canadian rivers, including experiments which show that the nature of the run (whether it be composed of grilse or older fish, and the time at which it occurs) is not a hereditary characteristic, and that the presence of young salmon in a stream appears to attract adult fish to that stream, but the most important part of the paper is concerned with their return from the sea. Whilst he does not deny that salmon may possess some kind of homing instinct, he suggests that it may play little part in their return from the sea, for he points out that their known distribution in Canadian waters indicates that they normally do not travel very far and may not go beyond the influence of their own river. He further suggests that those fish which do go a considerable distance may become "lost" and that the large salmon of the Minas Channel fishery (which are quite unlike any salmon found in the rivers of that region) are those which have been unable to find any stream to ascend and consequently have remained growing unchecked by the ravages of spawning.

It is difficult to correlate the return of salmon from the sea with the development of their sexual organs, for some enter the rivers a long time, even a full year, before they spawn, whilst others come in fully ripe. If we understand him aright, it appears that Dr. Huntsman believes that salmon in the sea become active in the warmer months of the year and if, during this period, they come within the influence of fresh water, they congregate at the mouths of the rivers and eventually enter them. If this is so, and if salmon do not normally travel very far, we should expect the majority of them to return as grilse, as they do in the rivers upon which this paper is based. We should also expect that fish which do not return in their grilse year, would be less likely to find their own river, but on this point there are no data from American waters.

This theory is obviously a most important contribution to the study of the salmon. Dr. Huntsman does not claim that it is of universal application and there are clearly difficulties in applying it to the salmon

on this side of the Atlantic. For example, it does not seem likely that if smolts from the rivers of the east coast of Great Britain went only a short distance into the North Sea, their whereabouts would have remained so long unknown. Again, most salmon enter these rivers as small spring or summer fish, having spent two or more years in the sea, yet they appear to return to their own river with as much certainty as grilse. Nevertheless our British data will clearly have to be re-examined in the light of Huntsman's theory, though it must be realized that this may be no test of its validity for the area discussed in this paper, for the habits of salmon are exceedingly variable and it may be that no single theory will explain them.

F. T. K. Pentelow.

A. E. Warren. "An ecological study of the sea mussel (*Mytilus edulis* Linn.)." Journ. Biol. Board Canada. Vol. II, No. 1, pp. 89—94, 1 Fig. Toronto, 1936.

The distribution of the mussel *(Mytilus edulis)* in Passamaquoddy bay is almost exclusively intertidal. Mussels are very rare below tide level. It was suspected that the superabundance of starfish, sea-urchins, whelks, and other natural enemies of the young stages might be responsible for this scarcity in what must be regarded as their natural habitat. In order to determine whether young mussels, fully protected from their natural enemies, would thrive when continually submerged, four lots of young mussels were exposed in wire cages, three submerged below low-water mark, and the fourth exposed for approximately four hours daily. The mussels selected were 1·5 cm. in length. The three cages continually submerged were situated at depths of 4 and 9 feet below low-water mark, and just below the water surface attached to a floating barge. Growth in length, depth, and thickness was measured over a period of three months. The most rapid growth was obtained in the cage suspended just below the surface; while slightly better growth occurred in the cage anchored 4 feet below the low-tide level than in that 9 feet below tide level. However, in the latter the density of mussels was considerably greater, a factor which is known to influence the rate of growth of commercial shellfish, and should have been eliminated. In all three cages growth was superior to that shown by the mussels in the cage exposed for a few hours daily. It seems likely, therefore, that the exclusion of mussels from what must be regarded as their natural habitat, *viz.*, from low-tide level downwards for a few fathoms, is in this area due to the superabundance of the natural enemies of the spat. Other factors have, however, to be eliminated; e. g., it is not yet established that mussel spat settles equally well above and below tide level.

H. A. C.

R. W. Dodgson. "Shellfish and the Public Health." British Medical Journ. Vol. II, pp. 169—182. London, 1936.

Polluted shellfish are a proven threat to the health of the community that consumes them, and the sources of pollution are increasing. Any large-scale undertaking to prevent shellfish pollution by deviation of sewers and sterilization of effluents is impracticable, would be too costly, and might fail to give security. Further closure of fisheries — and two-thirds of the mussel beds of England and Wales are already closed — must cripple

the home industry and, unless imported supplies of almost equally dubious cleanliness be increased, must deny the people a desirable food. The sewers having done their worst and regulations their best, the practical problem of keeping open the British oyster and mussel fisheries centres more and more on purification of the polluted mollusc itself. It is to this end that Dr. Dodgson has so long and so successfully laboured, and in the address under review he gives a survey of the present position.

From lack of suitable beds, extensive relaying is ruled out: intensive purification in tanks offers the only solution. Since experiment has failed to reveal any sterilizing agent which does not, by inhibiting normal functioning of the treated shellfish, prevent its own efficacy, reliance must be placed on the remarkable power of the animals to cleanse themselves by trapping bacteria and other particles in their mucous dejecta and so expelling them from the shell. The problem is finally narrowed down.

The process operated these past 20 years at the Ministry of Agriculture and Fisheries' mussel purification plant at Conway is the model on which other undertakings have been based. Placed on grids in the purification tanks (each 40,000 gallons capacity and accommodating 150,000 mussels) the mussels are hosed and then flooded with sterile sea water (chlorinated and dechlorinated with $Na_2S_2O_3$) in which they open and function actively. Next day, the water having been drained off, the whole process is repeated. This concluded, the mussels are exposed more briefly to sea water containing active chlorine (3 parts per million) in which they do not open, are packed in chlorinated sacks by fishermen wearing sterilized boots and are despatched to market under dated seal. This process, dealing simply and systematically with the gross contamination of mud, the pollution of the animal itself, the lingering contamination of the shell, and the risks of reinfection, has given, not only bacteriological evidence of its efficiency, but a continuous supply of mussels against which but one — seemingly unfounded — complaint has been lodged. Nor is it so small a thing that the mussel fishery of a small seaport has been saved.

The method with requisite modification (tank temperature maintained above 54° F.) has been applied to oysters by the Brightlingsea Urban District Council and in two years some six million of these shellfish have passed from tank to market.

But, with the solution of the original problems, others appear: the general case gives way to the exceptional. In the second part of his address Dr. Dodgson deals with the anomalous bacteriology of tank-treated mussels at the outset of both the seasons 1934—35 and 1935—36. Excessive lactose-fractor counts were obtained, due in the main to gram-negative, coli-like bacilli which, however, in many cases liquefied gelatin. Similar bacilli were present, often in enormous numbers, in the barnacles with which the mussels were encrusted. It is suspected that these organisms multiply in the barnacles — as they indeed do in sea water — and thence reinfect the cleansed mussels. The bacili in question possibly have no significance as indicators of faecal pollution; but what of the bacteriological tests on which discrimination is based? And there Dr. Dodgson leaves the matter to point his view that present bacteriological tests for pollution are not so reliable that they can ever outweigh conclusions based on topographical facts and common sense.

P. Bruce White.

Fr. Brock. "Suche, Aufnahme und enzymatische Spaltung der Nahrung durch die Wellhornschnecke *Buccinum undatum* L." Zoologica. Vol. XXXIV, 5, H. 92, pp. 136. Stuttgart, 1936. 46 Mk. (Inland), 34,50 Mk. (Ausland).

This is a very interesting attempt to study as one connected whole the behaviour of the common whelk in relation to food, and its digestive physiology. Dr. Brock shows in detail how the structure and activities of this gastropod are determined by, or adapted to, its food habits. Given the general structural type, the particularities of structure and function of *Buccinum* are closely correlated with the fact that it is an "aasfressender Kratzer", that it feeds on dead animal matter which it licks up with its radula. The memoir is therefore primarily a study in functional morphology and physiology, and a good example of the modern tendency to get back to a sound Cuvierian attitude towards the problem of form and function. The physiologist will find much of value in the detailed study of the processes of digestion, while the animal psychologist will be intrigued by the successful application to such a lowly form of the principles of J. von Uexküll's "Umwelt" theory. The memoir is specially important from the point of view of method, and deserves the close attention of every biologist interested in theoretical questions.

Dr. Brock raises one point of some practical importance by indicating the possibility that *Buccinum* may sometimes feed on living oysters. The evidence for this is, however, very scanty, and *Buccinum* is not generally regarded as a pest on oyster beds. The question requires further experimental study.

E. S. R.

T. A. Stephenson. "The British Sea Anemones." Vols. I & II. Ray Society, London, 1928 & 1935.

It is now some three-quarters of a century since the publication of "Actinologia Britannica", the most notable contribution to the science of zoology made by that austerely excentric naturalist, Philip Henry Gosse. Careful observation, a passion for shore collecting, and a rare gift for miniature painting, were the most important of the qualifications which enabled him to produce what has remained for so long the standard work on British anemones and corals. It was hardly in the nature of things to be expected that such a combination of scientific and artistic gifts would again be devoted to the study of a group of animals which nevertheless demand all of these for their adequate description. But fortune has again been kind to these most delicately beautiful of the inhabitants of our shores. All of the gifts of Gosse and added to them a wider and more exact scientific knowledge are possessed by Professor Stephenson and have enabled him to produce a monograph of the highest scientific value and illustrated by plates of exceptional accuracy and beauty.

The first of these two volumes deals mainly with the structure of the actinians and contains a clearly written account of this abundantly illustrated with line blocks. Of particular value are the practical instructions, the fruit of long experience. This is followed by an account of the bionomics of the group, including distribution, motion, feeding, reproduction, etc., and concluding with a section on methods of collecting and keeping anemones. The only criticism which may here be advanced is that the value of the

bionomic data would have been increased by some account of the physiological work done on actinians, which is far from extensive and would not have been difficult to summarize. The volume concludes with a section on classification, a list of the British Actiniaria and an extensive literature list. Eleven coloured and three half-tone plates are contained in this volume.

The second, and much the larger, volume is concerned with detailed descriptions of the forty British species. It is an indication alike of the inherent difficulties of classification in this group, owing, amongst other things, to the necessity of comparing many characters and to the wide range of variation in many species, and also of the exacting care of the author, that these descriptions extend to almost four hundred pages. The subject matter of the first volume is brought up to date by a further list of references and an appendix. Eight coloured plates and eleven half-tone reproductions of photographs conclude the contents.

Professor Stephenson has made a major contribution to zoology and has abundantly earned the thanks and congratulations of all marine biologists. They will also extend their thanks to the Ray Society, the existence of which has permitted the publication of these volumes in a form which does full justice both to the scientific attainments and artistic skill of their author.

C. M. Yonge.

R. Spärck. "Bundfaunaen i Ringkøbing Fjord i Brakvandsperioden 1915—1931." Ringkøbing Fjords Naturhist. i Brakvandsperioden 1915—1931. pp. 239—243, 2 Fig. København, 1936. "Faunaen i Ringkøbing Fjords sidste Brakvandsperiode sammenlignet med andre nordiske Brakvandsomraader." Ibid., pp. 249—252.

Diese beiden Abhandlungen enthalten eine Zusammenfassung der Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen, die vom Verfasser und seinen Mitarbeitern über die Biologie des wiederum brackischen Ringkøbing Fjords in den Jahren 1921—1931 angestellt wurden, sowie einen Vergleich mit einigen anderen nordwesteuropäischen Brackwassergebieten, und zwar hauptsächlich in Bezug auf die Bodenfauna.

In der ersten Brackwasserperiode, die von 1845 bis 1910 währte, war das Fjordwasser fast süss. Aus dem Wenigen, das über die damalige Fauna bekannt ist, scheint hervorzugehen, dass sie vorwiegend aus Tendipediden- (= Chironomiden-)Larven bestand und nur wenige euryhaline marine Arten enthielt. Im letztgenanntem Jahr wurde der Hvide Sand Kanal geöffnet, wodurch das Nordseewasser im Westen einströmen konnte. Selbstverständlich entwickelte sich bald darauf eine andere Fauna: die Insekten verschwanden fast vollständig und es siedelten sich zahlreiche marine Mollusken, Echinodermen und andere euhaline Arten an. Man vergleiche hierüber A. C. Johansens bekannte Arbeit "Om Forandringer i Ringkøbing Fjords Fauna" aus dem Jahre 1913.

Bald darauf, im Jahre 1915, wurde der Kanal gedichtet und abermals änderte sich infolge der unausbleiblichen Herabsetzung des Salzgehaltes das Faunabild. Wie aus den Untersuchungen in den Jahren 1921—22 hervorgeht, konnten sich im Anfang noch viele marine Arten, vorwiegend Mollusken *(Macoma baltica, Mya arenaria)* behaupten, doch allmählich ist das Wasser weniger salzreich geworden, sodass sich der Fjord gegen Ende der Untersuchungsperiode zu einem typischen dreigliederigen Brackwasserbecken ausgebildet hat. Die marinen Elemente sind auf die äussere, polyhaline

Zone (Nyminde Tief und den südwestlichen Teil des Fjords) beschränkt, der innere, nördliche Teil ist oligohalin und dazwischen befindet sich die eigentliche Brackwasserzone mit einer typisch mesohalinen (S. 251 steht versehentlich "oligohalin") Fauna, die viele von den häufigeren Arten der nordwesteuropäischen Brackwassergebiete u. a. *Hydrobia jenkinsi, Gammarus duebeni, Corophium volutator, Cordylophora caspia (= lacustris)* enthält. Dass die Zahl der letzteren, z. B. im Vergleich mit der ehemaligen Zuiderzee, noch verhältnismässig gering ist, wird vom Verfasser wohl mit Recht dem geringen Alter dieses Gebiets zugeschrieben. Es wird sehr interessant sein zu erfahren, ob sich auf die Dauer nicht auch die Polychaeten *Pygospio elegans, Streblospio dekhuyzeni* und *Heteromastus filiformis,* die Isopodaen *Heterotanais oerstedti, Cyathura carinata* und *Sphaeroma rugicauda* sowie die Amphipoden *Leptocheirus pilosus* und *Corophium lacustre* einfinden werden.

H. C. R.

A. Krogh and R. Spärck. "On a New Bottom-Sampler for Investigation of the Micro Fauna of the Sea Bottom with Remarks on the Quantity and Significance of the Benthonic Micro Fauna." Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Biol. Medd., XIII, 4, 12 pp., 2 Fig. København, 1936.

Zur Einsammlung weicher Bodenproben zwecks quantitativer Bestimmung der darin vorkommenden Kleintiere haben die Verfasser einen neuen Schlammschöpfer konstruiert, erprobt und sehr brauchbar gefunden. Der Apparat besteht aus einem Messinggerüst, das mit Bleigewichten beschwert werden kann und sechs horizontal ausgebreitete Arme mit je einem vertikal gestellten Messingrohr trägt. Von diesen Messingröhren kann man bei der Arbeit nach Belieben zwei, drei, vier oder alle sechs benutzen. Zur Aufnahme der Proben dienen Röhren aus Celluloid, deren Länge und innerer Durchmesser 50 cm. bezw. 28 mm. betragen, und die mittels Gummischläuchen in die Messingröhren festgesteckt werden. Für weitere Einzelheiten über den Bau und die Anwendung des Instrumentes sowie über die Methoden der Verarbeitung des gesammelten Materials vergleiche man das Original.

Die Proben wurden verschiedenen Stellen im Kopenhagener Hafen und dem Sund in Tiefen von 5·5 bis 56 m. entnommen.

Unter "micro fauna" verstehen die Verfasser die gesamte Kleintierwelt von den Infusorien und den Foraminiferen bis hinauf zu den kleineren Mollusken. Die Erfahrung hat gelehrt, dass weitaus der grösste Teil dieser Tiere sich in der obersten, etwa 1 cm. dicken Bodenschicht aufhält. Nur Nematoden, Oligochaeten und Polychaeten wurden in grösserer Zahl auch tiefer gefunden. Wie aus den vorläufigen Ergebnissen hervorgeht, sind es im untersuchten Gebiet namentlich die beiden zuletztgenannten Gruppen mitsamt den Prosobranchiern, die für den Stoffwechsel in den betreffenden Biocoenosen von der grössten Bedeutung sind, obgleich die Nematoden in fast allen Proben weitaus am zahlreichsten vertreten sind.

Bemerkenswert ist, dass an einer Station im Sund in einer Tiefe von 26 m. die Foraminiferen sowohl nach Zahl (177,000) als nach Gewicht (75 g.) dermassen vorherrschten, dass sie fast 83 Prozent des Gesamtgewichts dieses Fanges ausmachten.

H. C. R.

"Flora en Fauna der Zuiderzee. Monografie van een Brakwatergebied. Supplement." Onder redactie van **Dr. H. C. Redeke** met medewerking van Prof. Dr. **L. F. de Beaufort,** uitgegeven door de Zuiderzee-Commissie der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging. VIII + 176 pp., 1 krt., 4°. Met een bijlage: "De Vogels van het Zuiderzeegebied" door Dr. **C. G. B. ten Kate.** 82 pp., 8 pl., 4°. Den Helder, 1936.

Der vor mir liegende Band ist eine Ergänzung der im Jahre 1922 erschienenen Zuiderzee-Monographie und enthält nachträgliche Daten und Beobachtungen aus den Jahren 1927—1932, bis zum vollständigen Abschluss dieses alten Brackwassergebiets, der im Mai 1932 erfolgte.

Die Behandlung des Stoffes ist naturgemäss sehr ungleich. Einige Gruppen (Hydropolypen, Nematoden) erforderten eine vollständig neue Bearbeitung, für die meisten reichten ergänzende Bemerkungen aus und konnten die Autoren sich beschränken auf die Erwähnung neuer Fundorte u. d. Neu sind die Abschnitte über die Bodendiatomeen, Ostracoden und einige kleinere Gruppen, die in das Hauptwerk damals nicht aufgenommen werden konnten.

Hervorzuheben ist, dass einige aus benachbarten Brackwassergebieten bekannten mesohalinophilen Arten, namentlich *Pygospio elegans* und *Heteromastus filiformis,* die bisher in der Zuiderzee noch nicht beobachtet wurden, sich bei den späteren Untersuchungen als Bewohner auch dieses Aestuariums herausgestellt haben.

Die Anlage enthält sehr zahlreiche und wichtige biologische Beobachtungen über die Vogelwelt der Zuiderzee und ihrer nächsten Umgebung.

H. C. R.

Current Bibliography.

Prepared by the Editor with the assistance of Miss Thursby-Pelham.

NOTE. The scope of the Bibliography is limited in the main to the area covered by the Council's activities, but there are included papers of general interest relating to other areas in the North Temperate and Arctic regions and exceptionally elsewhere. Limnological references are not as a rule given, but papers relating to brackish waters and to salmon and freshwater fish studied by the Council are included.

The classification of entries follows in a general way that adopted in Dr. Allen's Selected Bibliography published in Vol. I, Nos. 1 and 2 of the Journal, and since reprinted (Price, 1 Kr.).

Subscribers and those on the distribution list will receive regularly upon application to the Administrative Secretary copies of the Bibliography printed on one side of the page only, for use in making up card indices.

The Editor will be glad to be advised of emendations and additions to the Bibliography.

Physical and Biological Conditions in the Sea.

GENERAL HYDROGRAPHY

Bregmann, G. R. Wasserspiegelschwankungen im Kaspischen Meer. Explor. des Mers de l'U.R.S.S., XXIV, Leningrad, 1936.

Chernigovsky, N. T. Some data on the hydrology of Matochkin Shar. Trans. Arctic Inst., LIV, Leningrad, 1936.

Finland. Vuosikirja 9 Årsbok 1930—1931. Helsinki, 1935.

Finland. Vuosikirja 10 Årsbok 1932—1935. Helsinki, 1936.

Forstinger, R. Die Eisverhältnisse der Südpolargebiete. Ann. der Hydrogr. usw., LXIV, 294—304, Berlin, 1936.

Frank, H. Reisebericht über die Islandfahrt des Vermessungsschiffes "Meteor" 1934. Veröff. Marineobservat. Wilhelmshaven, N.F., III, Berlin, 1936.

Gunther, E. R. A Report on Oceanographical Investigations in the Peru Coastal Current. Discovery Rep., XIII, 107—276, Cambridge, 1936.

International Council. Bulletin Hydrographique pour l'Année 1935. Cons. Perm. Internat. p. l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1936.

Liakhnitzky, V. E. River mouths as treated in modern hydrology. Explor. des Mers de l'U.R.S.S., XXIV, Leningrad, 1936.

Lönnfors, F. Wassermengenmessungen in Finnland bis Jahr 1936. Medd. f. Hydrogr. Byrån, VIII, Helsingfors, 1936.

Maximow, I. V. Hydrologische Arbeiten in der Karastrasse im Sommer 1932 und 1933. Explor. des Mers de l'U.R.S.S., XXIV, Leningrad 1936.

Oellrich, H. Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten einschliesslich Danzig und Memel im Winter 1935/36. Ann. der Hydrogr. usw., LXIV, 310—13, Berlin, 1936.

Oellrich, H. Die Eisverhältnisse des Winters 1935/36 in den ausserdeutschen europäischen Gewässern. Ann. der Hydrogr. usw., LXIV, 479—85, Berlin, 1936.
Sweden. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Fyrskeppsundersökning År 1933. Göteborg, 1936.
Wichmann, G. Die geographischen Grundlagen der deutschen Hochseefischerei und ihre Entwicklung nach dem Weltkrieg. Eisfeld i. Thür., 1935.

Physics and Chemistry of Sea Water.

Böhnecke, G. Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans. Lieferung I. Das Beobachtungsmaterial und seine Aufbereitung. Wiss. Ergebn. Deutsch. Atlant. Exped. a. d. Forsch.- und Vermessungsschiff "Meteor", 1925—1927, V, Berlin und Leipzig, 1936.
Gavrilenko, V. Über die Verteilung der gemittelten Geschwindigkeiten in turbulenten gleichförmigen Flüssigkeitsströmungen. C.R. Acad. des Sci., N.S., II, No. 9, Moskau, 1936.
Holmberg, L. Ergebnisse optischer und chemischer Wasseranalysen 1911—31. Medd. f. Hydrogr. Byrån, V, Helsingfors, 1936.
Mosby, H. Verdunstung und Strahlung auf dem Meere. Ann. der Hydrogr. usw., LXIV, 281—86, Berlin, 1936.
Parr, A. E. On the Probable Relationship between Vertical Stability and Lateral Mixing Processes. Journ. du Conseil, XI, 308—13, Copenhague, 1936.
Sandström, J. W. Geophysische Untersuchungen im Nordatlantischen Meer. V. Das Schmelzen des Eises. Gerlands Beitr. z. Geophys., XLVIII, 73—80, Leipzig, 1936.
Schulz, B. Chemische Untersuchung des Meerwassers auf der "Meteor" Expedition, 1925—1927. Petermanns Mitt., LXXXII, 282—83, Gotha, 1936.
Sezawa, K. and Kanai, K. Damped free oscillation and amplitudes in resonance, with special reference to decay of seiches in Straits. Bull. Earthquake Res. Inst., XIV, No. 1, Tokyo, 1936.
Sverdrup, H. U. Turbulensforskning i laboratoriet og i naturen. Beretn. Chr. Michelsens Inst. f. Vid., VI, Bergen, 1936.
Syono, S. On the Waves caused by a sudden deformation of finite portion of the bottom of a Sea of uniform depth. Geophys. Mag., X, No. 1, Tokyo, 1936.
Taylor, G. I. Statistical Theory of Turbulence. I and II. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, CLI, 421—54, London, 1935.
Taylor, G. I. Statistical Theory of Turbulence. III. Distribution of Dissipation of Energy in a Pipe over its Cross-Section. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, CLI, 455—64, London, 1935.
Taylor, G. I. Statistical Theory of Turbulence. IV. Diffusion in a Turbulent Air Stream. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, CLI, 465—78, London, 1935.
Taylor, G. I. Statistical Theory of Turbulence. V. Effect of Turbulence on Boundary Layer. Theoretical Discussion of Relationship between Scale of Turbulence and Critical Resistance of Spheres. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, CLVI, 307—17, London, 1936.

TEMPERATURE AND SALINITY

Böhnecke, G. Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans. Lieferung I. Das Beobachtungsmaterial und seine Aufbereitung. Wiss. Ergebn. Deutsch. Atlant. Exped. a. d. Forsch.- und Vermessungsschiff "Meteor", 1925—1927, V, Berlin und Leipzig, 1936.
Lee, J. The salinity and water circulation in Gulf of Pechihli. Journ. Geogr. Soc. of China, Tokyo, June, 1936.
Okada, T. Note on the correlative oscillations of the surface water temperature of the Oyasio and the Kurosio. Mem. Imp. Mar. Observatory, VI, Nr. 2, Kobe, 1936.
Slaucitajs, L. On the Temperature and Salinity of the Gulf of Riga. Arbeit. Inst. f. Geophys. u. Meteor., Univ. Lettland, Nr. 26, Riga, 1935.
Wüst, G. und Defant, A. Atlas zur Schichtung und Zirkulation des Atlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. Deutsch. Atlant. Exped. a. d. Forsch.- und Vermessungsschiff "Meteor", 1925—1927, VI, Atlas, Berlin und Leipzig, 1936.

HYDROGEN ION CONCENTRATION AND DISSOLVED GASES

Maldura, C. M. La determinazione del pH nell'acqua di mare (Metodi di misura). Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 302—10, Roma, 1936.

NITROGENOUS COMPOUNDS

Pilwat, H. Veränderlichkeit von Stickstoffverbindungen (NO_2, NO_3 und NH_3) im Ostseewasser. Angewandte Chem., XLVIII, 590—91, Berlin, 1935.

PHOSPHATES AND NITRATES

Graham, M. The "Lowestoft Photometer". Journ. du Conseil, XI, 205—10, Copenhague, 1936.

Igelsrud, I., Robinson, R. J. and Thompson, T. G. The Distribution of Phosphates in the Sea Water of the Northeast Pacific. Univ. of Washington Publ. in Oceanogr., III, 1—34, Seattle, 1936.

Joubin, L. Cours d'Océanographie biologique. Bull. Soc. d'Océanogr. de France, XVI, 1572—582, Paris, 1936.

Robinson, R. J. and Wirth, H. E. Photometric Investigation of the Ceruleomolybdate Determination of Phosphate in Waters. Indust. and Engin. Chem., VII, 147—57, Easton, Pa., 1935.

OTHER CONSTITUENTS

v. Brandt, A. Zum Kalkgehalt der Ostsee. Ergebnisse der Ozeanographischen Untersuchungen des Fischerei-Instituts der Universität Königsberg Pr. im Jahre 1935—36 in der mittleren Ostsee. I. Journ. du Conseil, XI, 314—42, Copenhague, 1936.

Cooper, L. H. N. Iron in the Sea and in Marine Plankton. Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, CXVIII, 419—38, London, 1935.

Miyake, Y. A critical study on the methods of water analysis. IV. Determination of sulfate. Journ. Meteor. Soc. Japan. Tokyo, August, 1936.

Rakestraw, N. W. and Hollaender, A. Photochemical Oxidation of Ammonia in Sea Water. Science, N. S., LXXXIV, 442—43, U. S. A., 1936.

Wattenberg, H. Kohlensäure und Kalziumkarbonat im Meere. Fortschr. d. Mineral., Kristallogr. u. Petrogr., XX, 168—95, Berlin, 1936.

Currents.

Beaugé, L. Éléments d'étude dynamique de la circulation océanique. Leur application à la distribution hydrologique de Terre-Neuve en septembre 1934. Rev. Trav. Office des Pêches Marit., IX, 255—92, Paris, 1936.

le Danois, E. À la recherche du Gulf-Stream. Bull. de la Soc. des Amis de l'Inst. Océanogr. du Havre, XVIII, 1—4, le Havre, 1936.

Deutsche Seewarte. Meereskundliche Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee. Jahr 1935. Hamburg, 1936.

Gunther, E. R. A Report on Oceanographical Investigations in the Peru Coastal Current. Discovery Rep., XIII, 107—276, Cambridge, 1936.

Gustafson, T. und Kullenberg, B. Untersuchungen von Trägheitsströmungen in der Ostsee. Svenska Hydrogr.-Biol. Komm. Skr., N. S. Hydrogr., XIII, Lund, 1936.

Hidaka, K. Contributions to the theory of stationary drift currents in the Ocean. Mem. Imp. Mar. Observatory, VI, Nr. 2, Kobe, 1936.

Iselin, C. O'D. A Study of the Circulation of the Western North Atlantic. Pap. in Phys. Oceanogr. and Meteor., IV, No. 4, Cambridge, Mass., 1936.

Lee, J. The Salinity and Water Circulation in Gulf of Pechihli. Journ. Geogr. Soc. of China, Tokyo, June, 1936.

Li, S. Über Analogien zwischen atmosphärischer und ozeanischer Zirkulation. Gerlands Beitr. z. Geophys., XLVIII, 183—87, Leipzig, 1936.

Parr, A. E. On the Relationship between Dynamic Topography and Direction of Current under the Influence of External (Climatic) Factors. Journ. du Conseil, XI, 299—307, Copenhague, 1936.

Perpillou, A. Les transgressions saisonnières et l'équilibre hydrologique de l'Atlantique. Ann. de Géogr., Paris, Juillet 15, 1936.

Reuter, F. Die halbjährige Luftzirkulation in Beziehung zu den Schwankungen der ozeanischen Zirkulation und des Eisvorkommens bei Island und Neufundland. Ann. der Hydrogr. usw., LXIV, 286—91, Berlin, 1936.

Veen, J. v. Onderzoekingen in de Hoofden. 's-Gravenhage, 1936.

Wüst, G. und Defant, A. Atlas zur Schichtung und Zirkulation des Atlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. Deutsch. Atlant. Exped. a. d. Forsch.- und Vermessungsschiff "Meteor" 1925—1927, VI, Atlas, Berlin und Leipzig, 1936.

Tides.

Bereskin, W. A. Charakteristik der Flut und Ebbe an den Küsten von U. S. S. R. Explor. des Mers de l'U. R. S. S., XXIV, Leningrad, 1936.

Kullenberg, B. Interne Wellen im Kattegat. Svenska Hydrogr.-Biol. Komm. Skr., N. S., Hydrogr., XII, Göteborg, 1935.

U. S. A. U. S. Coast and Geodetic Survey. Manual of Tide Observations. Washington, 1935.
Veen, J. v. Onderzoekingen in de Hoofden. 's-Gravenhage, 1936.

WAVES

Bruns, E. W. und Kusnetzow, W. W. Ein hydrostat. Küstenwellenschreiber. Explor. des Mers de l'U. R. S. S., XXIV, Leningrad, 1936.
Kusnetzow, W. W. Die Messungen von Tiefenwellen beim Wellenbrecher von Tuapse. Explor. des Mers de l'U. R. S. S., XXIV, Leningrad, 1936.
Kusnetzow, W. W. Bestimmungen der Schwankungen von Massiven des Wellenbrechers von Tuapse mit Hilfe von empfindl. Horizonten. Explor. des Mers de l'U. R. S. S., XXIV, Leningrad, 1936.

WIND

Li, S. Über Analogien zwischen atmosphärischer und ozeanischer Zirkulation. Gerlands Beitr. z. Geophys., XLVIII, 183—87, Leipzig, 1936.
Nakano, M. An Investigation on the Effect of prevailing Winds upon the Depths of Bays. Geophys. Mag., X, No. 1, Tokyo, 1936.
Perlewitz, P. The wind according to the Beaufort Scale and its Velocity. Hansa, No. 12, March, 1935.
Takegami, T. A Study of the Effect of a Local Wind upon the Sea-Surface and on the Development of the Internal Boundary Wave. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. A, XIX, 109—30, Kyoto, 1936.
Taylor, G. I. The Oscillations of the Atmosphere. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, CLVI, 318—25, London, 1936.

LIGHT, COLOUR AND TRANSPARENCY

Ångström, A. A Simple Actinometer. Gerlands Beitr. z. Geophys., XLVIII, 303—06, Leipzig, 1936.
Ångström, A. Note on the Standardization of Photo-electric Cells by means of Sun Light. Gerlands Beitr. z. Geophys., XLVIII, 307—08, Leipzig, 1936.
Atkins, W. R. G. and Poole, H. H. Photoelectric Measurements of the Luminous Efficiency of Daylight. Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, CXXI, 1—17, London, 1936.
Poole, H. H. and Atkins, W. R. G. The Standardization of Photo-Electric Cells for the Measurement of Energy. Scient. Proc. of the Royal Dublin Soc., XXI, N. S., 363—79, Dublin, 1936.
Takenouti, Y. Effects of Obstacles upon the Submarine Illumination. I. The Rectangular Membrane Immersed in Water. Bull. Japan. Soc. of Sci. Fish., V, 224—26, Tokyo, 1936.

Oceanography-Miscellaneous.

Anon. Limits of Oceans and Seas — U. S. S. R. Hydrogr. Rev., XIII, 160—63, Monaco, 1936.
Beaugé, L. L'existence des vigies du côté de Terre-Neuve. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XX, 6—8, Paris, 1937.
Broch, H. Johannes Schmidt's "Dana" Expedition um die Welt, 1928—30, und ihre Bedeutung. Naturwissenschaften, XX, Berlin, 1936.
Mackintosh, N. A. The Third Commission of the R. R. S. Discovery II. Geogr. Journ., LXXXVIII, 304—21, London, 1936.
P. V. Soundings in the North Atlantic. Hydrogr. Rev., XIII, 170, Monaco, 1936.
Schott, G. Die Aufteilung der drei Ozeane in natürliche Regionen. Petermanns Mitt., LXXXII, 165—70 and 218—22, Gotha, 1936.

Plankton.

Cooper, L. H. N. Iron in the Sea and in Marine Plankton. Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, CXVIII, 419—38, London, 1935.
Dakin, W. J. and Colefax, A. N. *Ctilopsis*, a rare Pelagic Nudibranch of the Family Phyllirhoidae (Bergh). Proc. Zool. Soc. 1936, 455—60, London, 1936.
Dugal, L.-P. Essais de détermination de pH. Naturaliste Canad., LXIII, 113—14, Quebec, 1936.
Fage, L. Sur un Ellobiopsidé nouveau, *Amallocystis fasciatus*, gen. et. sp. nov., parasite des Mysidacés bathypélagiques. Archiv. Zool. Expér. et Gén., LXXVIII, Notes et Revue No. 3, 145—54, Paris, 1936.
Farran, G. P. Copepoda. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Rep., V, No. 3, London, 1936.

Fraser, F. C. On the Development and Distribution of the Young Stages of Krill *(Euphausia superba)*. Discovery Rep., XIV, 1—192, Cambridge, 1936.

Gibbons, S. G. *Calanus finmarchicus* and other Copepods in Scottish Waters in 1933. Fisheries, Scotland, Sci. Invest., 1936, No. II, Edinburgh, 1936.

Gunther, E. R. A Report on Oceanographical Investigations in the Peru Coastal Current. Discovery Rep., XIII, 107—276, Cambridge, 1936.

Gurney, R. Notes on some Decapod Crustacea of Bermuda. I. The Larvae of *Leptochela* and *Latreutes*. Proc. Zool. Soc. 1935, 785—94, London, 1936.

Gurney, R. Notes on some Decapod Crustacea of Bermuda. II. The Species of *Hippolyte* and their Larvae. Proc. Zool. Soc. 1936, 25—32, London, 1936.

Gurney, R. Notes on some Decapod Crustacea of Bermuda. III—V. Proc. Zool. Soc. 1936, 619—30, London, 1936.

Hardy, A. C. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part I. The Object, Plan and Methods of the Investigation. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 147—78, Plymouth, 1936.

Hardy, A. C. Observations on the uneven Distribution of Oceanic Plankton. Discovery Rep., XI, 511—38, Cambridge, 1936.

Hardy, A. C. The Continuous Plankton Recorder. Discovery Rep., XI, 457—510, Cambridge, 1936.

Henderson, G. T. D. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part III. The Zooplankton-herring Correlations in the Scottish Fisheries. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 243—76, Plymouth, 1936.

Henderson, G. T. D., Lucas, C. E. and Fraser, J. H. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part IV. The Relation between Catches of Herring and Phytoplankton collected by the Plankton Indicator. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K,. N. S., XXI, 277—91, Plymouth, 1936.

John, D. D. The Southern Species of the Genus *Euphausia*. Discovery Rep., XIV, 193—324, Cambridge, 1936.

Johnson, M. W. *Pachyptilus pacificus* and *Centraugaptilus porcellus* two new copepods from the North Pacific. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., La Jolla, Cal., Tech. Ser., IV, 65—70, Berkeley, 1936.

Komai, T. The Nervous System in some Coelenterate Types. I. Coeloplana. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, XI, 185—91, Kyoto, 1936.

Lebour, M. V. Notes on the Plymouth Species of *Spirontocaris* (Crustacea). Proc. Zool. Soc. 1936, 89—104, London, 1936.

Leloup, E. Siphonophores récoltés dans la région de Monaco. Bull. Inst. Océanogr., No. 703, Monaco, 1936.

Leloup, E. Siphonophores Calycophorides (suite) et Physophorides provenant des Campagne du Prince Albert 1er de Monaco. Résult Camp. Sci. Monaco, XCIII, Monaco, 1936.

Lowe, E. On the Anatomy of a Marine Copepod, *Calanus finmarchicus* Gunnerus. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, LVIII, 561—604, Edinburgh, 1936.

Lucas, C. E. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part II. Zooplankton-herring Correlations in the English Fisheries. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 178—242, Plymouth, 1936.

Lucas, C. E. On Certain Inter-Relations between Phytoplankton and Zooplankton under Experimental Conditions. Journ. du Conseil, XI. 343—62, Copenhague. 1936.

Lucas, C. E. and Henderson, G. T. D. On the Association of Jelly-Fish and other Organisms with Catches of Herring. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 293—304, Plymouth, 1936.

Lwoff, A. Le cycle nucléaire de *Stephanopogon Mesnili* Lw. (Cilié homocaryote). Archiv. Zool. Expér. et Gén., LXXVIII, Notes et Revue No. 3, 117—32, Paris, 1936.

Ommanney, F. D. *Rhincalanus gigas* (Brady) a Copepod of the Southern Macroplankton. Discovery Rep., XIII, 277—384, Cambridge, 1936.

Paspalew, G. W. *Thaumantias maeotica* Ostr. — *Pontia ostroumowi* gen. et sp. nov. Zool. Anz., CXV, 311—16, Leipzig, 1936.

Pavillard, J. Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco pendant les années 1909, 1910 et 1911. Bull. Inst. Océanogr., No. 712, Monaco, 1936.

Ranson, G. Méduses provenant des Campagnes du Prince Albert 1er de Monaco. Résult. Camp. Sci. Monaco, XCII, Monaco, 1936.

Richet, C. et Portier, P. Recherches sur la toxine des Coelentérés et les phénomènes d'anaphylaxie. Résult. Camp. Sci. Monaco, XCV, Monaco, 1936.

Russell, F. S. On the First Stage of the Medusa *Eucheilota clausa* (Hincks) (= *E. hartlaubi* Russell). Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 131—33, Plymouth, 1936.
Schmidt-Ries, H. Grundsätzliches zur Zentrifugenmethode. Archiv. f. Hydrobiol., XXIX, 553—616, Stuttgart, 1936.
Wimpenny, R. S. The Size of Diatoms. I. The Diameter Variation of *Rhizosolenia styliformis* and *R. alata* in particular and of Pelagic Marine Diatoms in General. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 29—60, Plymouth, 1936.

Marine Plants.

Chen, C. S. and Kao, T. P. Porphyra of Pooto. Bull. Chekiang Prov. Fish. Exper. Stat. Tinghai, II. No. 6, Chekiang, China, 1936. (In Chinese, English résumé).
Fox, D. L., Cupp, E. E. and McEwen, G. F. Low Concentrations of Deuterium Oxide and the Growth of Marine Diatoms. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., XXXIV, 575—81, New York, 1936.
Ranson, G. Nouvelles observations concernant la biologie de *Navicula fusiformis* Grün (*N. ostrearia* Bory). Bull. Mus. Nation. d'Hist. Nat., 2e sér., VIII, 355—61, Paris, 1936.
Tremblay, J.-L. et Gaudry, R. Décimation des Zostères (Herbe à Bernaches), dans la région de l'Ile Verte. Naturaliste Canad., LXIII, 257—62, Quebec, 1936.

Bottom Deposits.

Joubin, L. Cours d'Océanographie biologique. Bull. Soc. d'Océanogr. de France, XVI, 1572—582, Paris, 1936.
Veen, J. v. Onderzoekingen in de Hoofden. 's-Gravenhage, 1936.

Bottom Fauna.

GENERAL

Burrows, R. B. Further Observations on Parasitism in the Starfish. Science, N. S., LXXXIV, 329, U. S. A., 1936.
Prat, H. Remarques sur la distribution des organismes dans les eaux littorales des Bermudes. Bull. Inst. Océanogr., No. 705, Monaco, 1936.
Schulz, E. Beitrag zur Biologie des amphibischen Opisthobranchiers *Alderia modesta* Lov. Zool. Anz., CXVI, 41—46, Leipzig, 1936.

PHYSIOLOGY AND BEHAVIOUR

Beadle, L. C. Adaptation to Changes of Salinity in the Polychaetes: I. Control of Body Volume and of Body Fluid Concentration in *Nereis diversicolor*. Journ. Exper. Biol., XIV, 56—70, London, 1937.
Bell, J. D. The molecular structure of glycogen from the whole tissues of *Mytilus edulis*. Biochem. Journ., XXX, 2144—145, London, 1936.
Cowan, S. L. The pH and CO_2-combining Capacity of Maia Blood. Journ. Physiol., LXXXIV, 53—54, London, 1935.
Fox, D. L. Structural and Chemical Aspects of Animal Coloration. Amer. Naturalist, LXX, 477—93, Boston, 1936.
George, W. C. The role of blood cells in excretion in Ascidians. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 239—54, U. S. A., 1936.
Hall, D. M. and Pantin, C. F. A. The Nerve Net of the Actinozoa: V. Temperature and Facilitation in *Metridium senile*. Journ. Exper. Biol., XIV, 71—78, London, 1937.
Leloup, E. Contributions à l'étude de la faune belge. VI. Les transformations des gonades et des caractères sexuels externes chez *Pandalus montagui* Leach (Décapode). Bull. Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, T. XII, No. 19, Bruxelles, 1936.
Marks, G. W. The effect of Glutathione and other substances on the inactivation of Catalases, Journ. Biol. Chem., CXV, 299—314, Baltimore, 1936.
Meyer, A. Dynamese des cölomatischen Wimperfeldes von *Nephthys hombergii*. Biol. Zentralbl., LVI, 532—48, Leipzig, 1936.
Ramult, M. Observations on the Embryonic and Larval Development in *Sacculina* (Rhizocephala) in Changed Osmotic Conditions of Medium. Bull. Int. Acad. Polonaise Sci. et Lettres, 87—109, Cracovie, 1935.
Yonge, C. M. Mode of Life, Feeding, Digestion and Symbiosis with Zooxanthellae in the Tridacnidae. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Brit. Mus. (Nat. Hist.), Scient. Rep., I, No. 11, London, 1936.

SPECIAL GROUPS

Balss, H. Über *Sesarma* (Chiromantes) *kamermani* de Man (Crustacea Dekapoda). Bull. Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, T. XII, No. 30, Bruxelles, 1936.

Bassindale, R. The developmental stages of three English Barnacles, *Balanus balanoides* (Linn.), *Chthamalus stellatus* (Poli) and *Verruca stroemia* (O. F. Muller). Proc. Zool. Soc. 1936, 57—74, London, 1936.

Benisch, J. Die Telestaceen-Gattung *Coelogorgia* Milne-Edwards. Zool. Anz., CXVI, 91—98, Leipzig, 1936.

Calman, G. I. Marine Boring Animals injurious to submerged Structures. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Economic Ser., No. 10, London, 1936.

Crawford, G. I. Additions to the Plymouth Marine Fauna (1931) in the Crustacean Orders *Tanaidacea, Isopoda* and *Amphipoda*. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 95—106, Plymouth, 1936.

Dakin, W. J. and Fordham, M. G. C. The Anatomy and Systematic Position of *Gorgonorhynchus repens*, gen. n., sp. n.; a new Genus of Nemertines characterized by a Multi-branched Proboscis. Proc. Zool. Soc. 1936, 461—84, London, 1936.

Duboscq, O. et Tuzet, O. *Topsentella fallax*, n. g., n. sp., parasite du mésenchyme de *Sycon raphanus* O. S. Archiv. Zool. Expér. et Gén., LXXVIII, Notes et Revue, No. 3, 137—44, Paris, 1936.

Fauvel, F. Annélides Polychètes du Japon. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, XII, 41—92, Kyoto, 1936.

Friedrich, H. Einige Bemerkungen zur Anatomie von *Tubulanus borealis* n. sp., einer neuen Paläonemertine aus der Nordsee. Zool. Anz., CXVI, 101—08, Leipzig, 1936.

Gurjanova, E. Beiträge zur Amphipodenfauna des Karischen Meeres. Zool. Anz., CXVI, 145—52, Leipzig, 1936.

Gurney, R. Notes on some Decapod Crustacea of Bermuda. II. The Species of *Hippolyte* and their Larvae. Proc. Zool. Soc. 1936, 25—32, London, 1936.

Gurney, R. Notes on some Decapod Crustacea of Bermuda. III-V. Proc. Zool. Soc. 1936, 619—30, London, 1936.

Hartman, O. A Review of the Phyllodocidae (Annelida Polychaeta) of the Coast of California, with Description of Nine New Species. Univ. of Calif., Publ. in Zool., XLI, 117—32, Berkeley, 1936.

Hiro, F. Descriptions of three New Species of Cirripedia from Japan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan, VI, 221—30, Tokyo, 1936.

Hiro, F. On the Geographical Distribution of *Ibla*, a Littoral Cirriped. Bull. Biogeogr. Soc. Japan, VI, 215—20, Tokyo, 1936.

Hiro, F. Occurrence of the Cirriped *Stomatolepas elegans* on a Loggerhead Turtle found at Seto. Annot. Zool. Japon., XV, 312—20, Tokyo, 1936.

Kobjakova, Z. Übersicht der Dekapoden-Gattung *Pandalopsis* Bate. Zool. Anz., CXVI, 185—94, Leipzig, 1936.

Kofoid, C. A. and Bush, M. The Life Cycle of *Parachaenia myae* gen. nov., sp. nov., a Ciliate Parasitic in *Mya arenaria* Linn. from San Francisco Bay, California. Bull. Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, T. XII, No. 22, Bruxelles, 1936.

Komai, T. On another form of *Stephanoscyphus* found in the waters of Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, XI, 175—83, Kyoto, 1936.

Lebour, M. V. Notes on the Plymouth *Processa* (Crustacea). Proc. Zool. Soc. 1936, 595—618, London, 1936.

Lebour, M. V. Notes on the Plymouth Species of *Spirontocaris* (Crustacea). Proc. Zool. Soc. 1936, 89—104, London, 1936.

Livingstone, A. A. Descriptions of New Asteroidea from the Pacific. Records Australian Mus., XIX, 380—82, Sydney, 1936.

Macfadyen, L. M. I. Alcyonaria (Stolonifera, Alcyonacea, Telestacea and Gorgonacea). Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Brit. Mus. (Nat. Hist), Scient. Rep., V, No. 2, London, 1936.

Monro, C. C. A. A Note on a Collection of Polychaeta from the Eastern Mediterranean, with the Description of a New Species. Ann. and Mag. Nat. Hist., 10th Ser., XIX, 82—86, London, 1936.

Moore, H. B. The Biology of *Purpura lapillus*. I. Shell Variation in Relation to Environment. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 61—89, Plymouth, 1936.

Onoda, K. Notes on the Development of some Japanese Echinoids with Special Reference to the Structure of the Larval Body. Japan. Journ. Zool., VI, 637—54, Tokyo, 1936.

Philbert, M. Études sur *Cladocoryne floccosa* Rotch. Bull. Inst. Océanogr., No. 708, Monaco, 1936.

Rawlinson, R. The Occurrence of *Diadumene cincta* T. A. Stephenson in the River Roach, Essex. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 91—93, Plymouth, 1936.
Rees, W. J. The Effect of Parasitism by Larval Trematodes on the Tissues of *Littornia littorea* (Linné). Proc. Zool. Soc. 1936, 357—68, London, 1936.
Rees, W. J. On a New Species of Hydroid, *Staurocoryne filiformis*, with a Revision of the Genus *Staurocoryne* Rotch, 1872. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 135—42, Plymouth, 1936.
Russell, F. S. and Rees, W. J. On Rearing the Hydroid *Zanclea implexa* (Alder) and its Medusa *Zanclea gemmosa* McCrady, with a Review of the Genus Zanclea. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 107—30, Plymouth, 1936.
Schellenberg, A. Zwei neue Amphipoden des Stillen Ozeans und Zwei Berichtigungen. Zool. Anz., CXVI, 153—56, Leipzig, 1936.
Sexton, E. W. and Clark, A. R. Heterozygotes in a Wild Population of *Gammarus chevreuxi* Sexton. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 319—56, Plymouth, 1936.
Sexton, E. W. and Clark, A. R. A Summary of the Work on the Amphipod *Gammarus chevreuxi* Sexton Carried out at the Plymouth Laboratory (1912—1936). Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 357—414, Plymouth, 1936.
Shiino, S. M. Bopyrids from Tanabe Bay III. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, XI, 157—74, Kyoto, 1936.
Topsent, E. Étude sur des *Leucosolenia*. Bull. Inst. Océanogr., No. 711, Monaco, 1936.
Wells, J. W. A New Genus of the Madreporarian Family *Eupsammiidae*. Ann. and Mag. Nat. Hist., 10th Ser., XVIII, 546—49, London, 1936.
Wells, J. W. The Madreporarian Genus *Polyastra* Ehrenberg. Ann. and Mag. Nat. Hist., 10th Ser., XVIII, 549—52, London, 1936.
Wheeler, J. F. G. and Brown, F. A. The Periodic Swarming of *Anchistioides antiguensis* (Schmitt) (Crustacea Decapoda) at Bermuda. Journ. Linn. Soc. Zool., XXXIX, 413—28, London, 1936.
Wilson, D. P. Notes on the Early Stages of two Polychaetes, *Nephthys hombergi* Lamarck and *Pectinaria koreni* Malmgren. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 305—10, Plymouth, 1936.

Fishery Investigations.

GENERAL

Daniel, R. J. Presidential Address, 1936: "The Study of Fish" (Abstract). Proc. and Trans. of the Liverpool Biol. Soc., XLIX, Session 1935—1936, 1—7, Liverpool, 1936.
Hart, J. L. A Modified Measuring Board. Journ. du Conseil, XI, 363, Copenhague, 1936.
Heinrici, C. Die Arbeiten der deutschen wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 234—56, Berlin, 1936.
New Zealand. Report on Fisheries for the Year ended 31st March, 1936. Mar. Dept., Wellington, N. Z., 1936.
Scotland. Annual Report 1935—36. Scottish Mar. Biol. Assoc., Glasgow, 1936.

COMMERCIAL FISHERIES

Ahlf, R. Die deutsche Hochseefischerei. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 257—73, Berlin, 1936.
Alm, G. Huvudresultaten av fiskeribokföringsverksamheten. Medd. f. Stat. Unders.- och Försöksanst. f. Sötvattensfisk., Nr. 11, Stockholm, 1936.
Alm, G. Industriens Fiskeafgifter och deras Användning. Medd. f. Stat. Unders.- och Försöksanst. f. Sötvattensfisk., Nr. 12, Stockholm, 1936.
Anon. Destroying the Fishing Grounds. Fishing News, 12. Aberdeen, 10—X—36.
Anon. Statistiques des régions de pêche, (année 1935, 2e semestre), avec notice concernant la répartition au large des côtes américaines. Rev. Trav. Office des Pêches Marit., IX, 323—33, Paris, 1936.
Bini, G. La pesca e la lavorazione del merluzzo in Islanda. Note e prospettive per l'intervento dell'Industria Nazionale. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 222—36, Roma, 1936.
Bower, W. T. Alaska Fishery and Fur-Seal Industries in 1935. U. S. Bureau of Fish., Admin. Rep. No. 23, Washington, D. C., 1936.
British Columbia. Fisheries Commissioner's Report for 1935. Rep. Comm. Fish. Prov. Brit. Col., Victoria, B. C., 1936.
Denmark. Fiskeri-Beretning for Aaret 1935. København, 1936.

Eichelbaum, E. Die Seefischerei. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 7—153, Berlin, 1936.
Eichelbaum, E. Die Entwicklung der deutschen Fischwirtschaft von 1925 bis 1935. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 155—86, Berlin, 1936.
Fick, H. Die Überfischung der Nordsee. Fischmarkt, N. F., IV, 237—41, Cuxhaven, 1936.
Fiedler, R. H. Fishery Industries of the United States 1935. U. S. Bureau of Fish., Admin. Rep. No. 24, Washington, D. C., 1936.
Finn, D. B. Preservation by Salting. Biol. Board of Canada, Progress Rep., Atlantic Biol. Stat. St. Andrews, N. B., No. 18, 7—11, 1936.
Finzel, W. Aufgaben und Tätigkeit der Hauptvereinigung der Deutschen Fischwirtschaft. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 224—33, Berlin, 1936.
Fischer, E. Die Küstenfischerei und Kutter-Hochseefischerei. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 280—301, Berlin, 1936.
Hachey, H. B. The weather, man and coastal fisheries. Trans. Amer. Fish. Soc., LXIV, 383—89, Washington, 1934.
Huréquin, L. L'industrie des conserves de poisson au Danemark. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XIX, 367, Paris, 1936.
Huréquin, L. L'utilisation des déchets de poissons: les colles de poisson. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XIX, 399—400, Paris, 1936.
Iceland. Statistiques de la Pêche, de la Chasse aux Phoques et de l'Oisellerie en 1934. Stat. de l'Islande 90, Reykjavik, 1936.
Ireland. Report on the Sea and Inland Fisheries for the Year 1935. Dept. of Agric., (Fish. Branch), Dublin, 1936.
Johnston, W. W. The Preparation of Leather Bates from Fish. Biol. Board of Canada, Progress Rep., Atlantic Biol. Stat., St. Andrews, N. B., No. 18, 11—15, 1936.
Mazzarelli, G. Grande pesca di "cicerelli" (*Ammodytes cicerellus* Raf.) allo stato giovanile nello stretto di Messina e adiacenze tirreniche. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 217—21, Roma, 1936.
New Zealand. Report on Fisheries for the Year ended 31st March, 1936. Mar. Dept., Wellington, N. Z., 1936.
Reckling, A. Reichsdarlehen und Beihilfen zur Förderung der deutschen Seefischerei. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 336—44, Berlin, 1936.
Sweden. Årsbok 1936. Göteborgs och Bohus Läns Havsfiskeförening. Göteborg, 1936.
Thiel, H. Haifische und Haifischprodukte. Fischmarkt, N. F. IV, 313—19, Cuxhaven, 1936.
Thompson, D'A. W. Bulletin Statistique des Pêches Maritimes des Pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe. XXIV pour l'Année 1934. Cons. Perm. Internat., p. l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1936.
Woltereck, R. Die moderne Entwicklung des Fischereiwesens in einigen der hauptsächlichsten Fischereiländer. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. usw., XXXIII, 440—51, Leipzig, 1936.

FISHING GEAR

*Atkins, W. R. G. The Preservation of Fishing Nets by Treatment with Copper Soaps and Other Substances. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XX, 627—42, Plymouth, 1936.
*Atkins, W. R. G. and Purser, J. The Preservation of Fibre Ropes for Use in Sea Water. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XX, 643—54, Plymouth, 1936.
Bini, G. La pesca Oceanica e l'industria del pesce congelato. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 311—24, Roma, 1936.
Deed, W. J. The principles of practical net mending. Fishing Gazette, New York, March, 1936.
Miyamoto, H. Model Experiments on Sea Fixed Nets for Fishing Amber-fish, *Seriola*. II. Trap Nets on the Fishing Ground under Strong Tidal Current. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., V, 227—34, Tokyo, 1936. (In Japanese, English résumé).
Tibby, R. B. The Construction of the Purse Seine as used in the San Pedro Sardine Fishery. California Fish and Game, XXII, 310—14, Sacramento, 1936.

Fish.

GENERAL

Bigelow, H. B. and Schroeder, W. C. Supplemental Notes on Fishes of the Gulf of Maine. U. S. Dept. of Comm., Bull. Bureau Fish., XLVIII, 320—43. Washington, D. C., 1936.

*These were entered incorrectly on p. 287 of Vol. XI, No. 2, 1936.

Bolin, R. L. Two New Cottid Fishes from the Western Pacific, with a Revision of the Genus *Stlengis* Jordan and Starks. Proc. U. S. Nat. Mus., LXXXIII, 325—34, Washington, 1936.
Bolin, R. L. New Cottid Fishes from Japan and Bering Sea. Proc. U. S. Nat. Mus., LXXXIV, 25—38, Washington, 1936.
Castelnuova, G. Contributo biometrico alla conoscenza della sistematica delle triglie. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 289—301, Roma, 1936.
Desbrosses, P. Contribution à la connaissance de la biologie du Rouget-Barbet en Atlantique Nord. Rev. Trav. Office des Pêches Marit., IX, 339—99, Paris, 1936.
Faouzi, H. Successful Stocking of Lake Qaroun with Mullets *(Mugil cephalus* Linn. and *M. capito* Cuv.) from the Mediterranean. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. usw., XXXIII, 434—39, Leipzig, 1936.
Fischer, E. Die wichtigste Fischereiliteratur aus dem Jahre 1935. Seefischerei. Jahresber. Deutsch. Fisch. 1935, 354—58, Berlin, 1936.
Fowler, H. W. The Marine Fishes of West Africa based on the Collection of the American Museum Congo Expedition, 1909—1915. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., LXX, Part II, New York, 1936.
Hickling, C. F. and Rutenberg, E. The ovary as an indicator of the Spawning Period in Fishes. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K., N.S., XXI, 311—17, Plymouth, 1936.
Holly, M. Die *Ammodytes*-Arten der Küste des Königreiches Belgien. Bull. Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, XII, No. 5, Bruxelles, 1936.
Holly, M. Die Syngnathiden der belgischen Küstengewässer. Bull. Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, XII, No. 7, Bruxelles, 1936.
Joubin, L. Faune Ichthyodogique de l'Atlantique Nord. No. 16. Cons. Perm. Internat. p. l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1936.
Lin, S. Y. Notes on Hair Tails and Eels of China. Bull. Chekiang Prov. Fish. Exper. Stat. Tinghai, II, No. 5, Chekiang, China, 1935.
Marples, B. J. The Subcutaneous Venous System of the Common Dogfish, *Scyliorhinus (Scyllium) caniculus* (L.). Proc. Zool. Soc., 1936, 317—29, London, 1936.
Reid, E. D. Revision of the Fishes of the Family Microdesmidae, with description of a New Species. Proc. U.S. Nation. Mus., LXXXIV, 55—72, Washington, 1936.
Thiel, H. Haifische und Haifischprodukte. Fischmarkt, N.F., IV, 285—91, Cuxhaven, 1936.

PHYSIOLOGY AND BEHAVIOUR

Abramowitz, A. A. Physiology of the Melanophore System in the Catfish, *Ameiurus*. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 255—58, U.S.A., 1936.
Boury, M. Recherches sur l'Altération du Poisson. Rev. Trav. Office des Pêches Marit., IX, 401—19, Paris, 1936.
Bowen, R. E. Sensory Hairs of the Dogfish Ear. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 429—32, U.S.A., 1936.
Bull, H. O. Studies on conditioned responses in fishes. Part VII. Temperature perception in Teleosts. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K., N.S., XXI, 1—27, Plymouth, 1936.
Grafflin, A. L. Renal Function in Marine Teleosts. IV. The excretion of inorganic phosphate in the Sculpin. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 360—74, U.S.A., 1936.
Gray, J. Pseudo-rheotropism in Fishes. Journ. Exper. Biol., XIV, 95—104, London, 1937.
Gudger, E. W. The Structure and Development of the Pointed Tail of the Ocean Sunfish, *Masturus lanceolatus*. Ann. and Mag. Nat. Hist., 10th Ser., XIX, 1—46, London, 1936.
Kimata, M. Effects of Hydrogen-ion Concentration upon the Decomposition of Fish Muscle by Bacteria. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., V, 143—45, Tokyo, 1936.
Kimata, M. Effects of Carbohydrates upon the Rates of the Decomposition of Fish Muscle by Bacteria. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., V, 219—23, Tokyo, 1936.
Koshtojanz, C. S. and Vassilenko, P. D. On the Receptor Function of the Swim Bladder of Fishes. Journ. Exper. Biol., XIV, 16—19, London, 1937.
Lovern, J. A. Fat Metabolism in Fishes. X. Hydrogenation in the Fat Depots of the Tunny. Biochem. Journ., XXX, 2023—026, London, 1936.
Marcelet, H. L'Huile du *Scyllium stellare* CBp. Bull. Inst. Oceanogr., No. 704, Monaco, 1936.
Marples, B. J. The Blood Vascular System of the Elasmobranch Fish *Squatina squatina* (Linné). Trans. Roy. Soc. Edinburgh, LVIII, 817—40, Edinburgh, 1936.
Nardi, F. Zur Genese der Fischschuppe. Biol. Zentralbl., LVI, 630—39, Leipzig, 1936.
Needham, A. E. On Relative Growth in the Jaws of Certain Fishes. Proc. Zool. Soc. 1935, 773—84, London, 1936.

Parker, G. H. The Reactivation by Cutting of Severed Melanophore Nerves in the Dogfish *Mustelus*. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 255—58, U.S.A., 1936.
Riddell, W. A. The nutritive value of marine products. XI. Proximate analysis of canned British Columbia coho (blueback) salmon. Journ. Biol. Board Canada, II, 463—68, Toronto, 1936.
Riddell, W. A. The nutritive value of marine products. XII. Mineral constituents of some food fishes of British Columbia. Journ. Biol. Board Canada, II, 469—72, Toronto, 1936.
Shorland, F. B. and McIntosh, I. G. New Zealand Fish Oil. I. The Composition of eel oil *(Anguilla aucklandii)*. Biochem. Journ., XXX, 1775—777, London, 1936.
Smith, G. M. and Coates, C. W. Cutaneous Melanosis in Lungfishes *(Lepidosirenidae)*. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 282—85, U.S.A., 1936.
Waring, H. Colour Change in the Dogfish *(Scyllium canicula)*. Proc. and Trans. of the Liverpool Biol. Soc., XLIX, Session 1935—36, 17—64, Liverpool, 1936.
Wykes, U. The Photic Control of Pigmentary Responses in Teleost Fishes. Journ. Exper. Biol., XIV, 79—86, London, 1937.
Young, R. T. and Fox, D. L. The Structure and Function of the Gut in Surf Perches (Embiotocidae) with reference to their Carotenoid Metabolism. Biol. Bull. Woods Hole, Mass., LXXI, 217—37, U.S.A., 1936.

EGGS AND LARVAE

Cadenat, J. Sur les stades jeunes de quelques poissons de chalut de la côte de Mauritanie. Rev. Trav. Office des Pêches Marit., IX, 293—322, Paris, 1936.
Cipria, G. Embrione di *Scymnorhinus lichu* Bonnaterre. R. Com. Talassogr. Ital., Mem. CCXXVII, Venezia, 1936.
Cipria, G. Uova, stadi embrionali e post-embrionali nei *Blennidi* I. *Blennius pavo* Risso. II. *Blennius inaequalis* C.V. R. Com. Talassogr. Ital., Mem. CCXXXI, Venezia, 1936.
de Gaetani, D. Uova, sviluppo embrionale e stadi post-embrionali negli Sparidi. IV. *Pagrus vulgaris* C. V. R. Com. Talassogr. Ital., Mem. CCXXVI, Venezia, 1936.
Sanzo, L. Contributi alla conoscenza dello sviluppo embrionario e post-embrionario nei *Mugilidi*. R. Com. Talassogr. Ital., Mem. CCXXX, Venezia, 1936.
Sparta, A. Uova e larve di gobiidae. III. *Gobius ferrugineus* Kolomb. R. Com. Talassogr. Ital., Mem. CCXXVIII, Venezia, 1936.
Vladykov, V. D. Capsules d'oeufs de Raies de l'Atlantique Canadien appartenant au Genre Raja. Naturaliste Canad., LXIII, 211—31, Quebec, 1936.

FISH PARASITES AND DISEASES

Southwell, T. Helminthology in its applications to marine fisheries. Journ. Helminthol., XI, 63—66, London, 1933.
Stekhoven, J. H. S. Copepoda Parasitica from the Belgian Coast II (included some habitats in the North Sea). Mém. Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, Mém. No. 74, Bruxelles, 1936.

HALIBUT

Roberts, W. A. The history and progress of halibut fisheries. Fishing Gaz., New York, April, 1936.
Thompson, W. F. Conservation of the Pacific halibut, an international experiment. Ann. Rep. Smithsonian Inst. for the Year ending June 30, 1935, 345—59, Washington, 1936.

COD

le Gall, J. Prévisions de Pêche. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XIX, 362—64, Paris, 1936.
Huréquin, L. La morue de la côte mourmane. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XIX, 401, Paris, 1936.
White, F. D. The nutritive value of marine products. X. Proximate analysis of ling cod. Journ. Biol. Board. Canada, II, 461—62, Toronto, 1936.

HADDOCK

le Gall, J. Prévisions de Pêche. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XIX, 362—64, Paris, 1936.
Raitt, D. S. The Haddock Stocks of the North-East Atlantic, 1916—35. Fisheries, Scotland, Sci. Invest., 1936, No. I, Edinburgh, 1936.

TUNNY

Beebe, W. Food of the Bermuda and West Indian Tunas of the Genera *Parathunnus* and *Neothunnus*. Zoologica, XXI, 195—205, New York, 1936.

Beebe, W. and Tee-Van, J. Systematic Notes on Bermudian and West Indian Tunas of the Genera *Parathunnus* and *Neothunnus*. Zoologica, XXI, 177—94, New York, 1936.

HERRING

Erdmann, W. Die Deutsche Grosse Heringsfischerei im Jahre 1935. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. f. Meeresf., N.F., VIII, H. 2, 1—36, Stuttgart, 1936.

Hardy, A. C. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part I. The Object, Plan and Methods of the Investigation. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K., N.S., XXI, 147—78, Plymouth, 1936.

Henderson, G. T. D. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part III. The Zooplankton-herring Correlations in the Scottish Fisheries. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 243—76, Plymouth, 1936.

Henderson, G. T. D., Lucas, C. E. and Fraser, J. H. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part IV. The Relation between Catches of Herring and Phytoplankton collected by the Plankton Indicator. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K., N.S., XXI, 277—91, Plymouth, 1936.

Lucas, C. E. The Ecological Relations between the Herring and the Plankton investigated with the Plankton Indicator. Part II. Zooplankton-herring Correlations in the English Fisheries. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K., N.S., XXI, 178—242, Plymouth, 1936.

Lucas, C. E. and Henderson, G. T. D. On the Association of Jelly-Fish and other Organisms with Catches of Herring. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K., N.S., XXI, 293—304, Plymouth, 1936.

Schmidt, E. The Food Value of Herrings. Fish Trades Gazette, 43 & 45, London, 28—XI—36.

Schnakenbeck, W. Die europäische Heringsfischerei. Fischmarkt, N. F., IV, 228—37, Cuxhaven, 1936.

Steffen, W. Die grosse Heringsfischerei. Jahresber. Deutsch. Fisch., 1935, 274—79, Berlin, 1936.

Tester, A. L. Some results of the British Columbia herring investigation and their economic bearing. Append. to Rep. Comm. Fish. for the year ended December 31st, 1935, 74—80, Victoria, B. C., 1936.

Wood, H. Much of the Herring Mystery now explained by Research. How they live, where they go, how they reappear. Fishing News, 19, Aberdeen, 10—X—36.

Wood, H. The Herring in Scottish Waters. Fundamental causes underlying variations: mistaken current ideas. Fishing News, 24 & 30, Aberdeen, 2—I—37.

PILCHARD, SPRAT AND ANCHOVY

Bolin, R. L. Embryonic and Early Larval Stages of California Anchovy. California Fish and Game, XXII, 314—21, Sacramento, 1936.

Clark, F. N. Variations in the Number of Vertebrae of the Sardine, *Sardinops caerulea* (Girard). Copeia, No. 3, 146—50, New York, 1936.

le Gall, J. Prévisions de Pêche. Pêche Marit., Pêche Fluviale et Piscicult., XIX, 362—64, Paris, 1936.

Mola, P. Geografia sarda peschereccia. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 168—88, Roma, 1936.

Russo, A. Concentramento delle acciughe e pesca dei Clupeidi nel Golfo di Catania nel 1935—36 in confronto agli anni decorsi dal 1912 al 1934—35. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol., XII, 189—216, Roma, 1936.

EELS

Athanassopoulos, G. Encore sur la Montée des civelles en 1936. Bull. Inst. Océanogr., No. 710, Monaco, 1936.

Bertin, L. Nouvelle contribution à l'étude des Larves de Poissons Apodes. Bull. Inst. Océanogr., No. 706, Monaco, 1936.

Eichler, H. Ovarialzyste bei einem Aal. Zeitschr. f. Fisch. u. d. Hilfswiss., XXXIII, 401—04, Berlin, 1935.

Hornyold, A. G. La taille maximum de la Civelle du Golfe de Gascogne. Bull. Soc. d'Océanogr. de France, XVI, 1569—71, Paris, 1936.

Hornyold, A. G. La Civelle d'Aguinaga de 1935 à 1936. Bull. Soc. d'Océanogr. de France, XVI, 1597—99, Paris, 1936.
Hornyold, A. G. Civelles pigmentées de la Loire de mars et mai 1935. Bull. Soc. d'Océanogr. de France, XLIII, 108—14, Paris, 1936.
Hornyold, A. G. Observations sur le nombre de zones des écailles de quelques Anguilles. Bull. Soc. d'Océanogr. de France, XLIII, 115—18, Paris, 1936.
Lin, S. Y. Notes on Hair Tails and Eels of China. Bull. Chekiang Prov. Fish. Exper. Stat. Tinghai, II, No. 5, Chekiang, China, 1936.

SKATES AND RAYS

Thiel, H. Haifische und Haifischprodukte. Fischmarkt, N. F., IV, 257—63, Cuxhaven, 1936.

FRESHWATER FISH

Bailey, B. E. The nutritive value of marine products. VII. The vitamin A and D potency of the oils from British Columbia canned salmon. Journ. Biol. Board, Canada, II, 431—37, Toronto, 1936.
Carter, N. M. The nutritive value of marine products. VIII. Proximate analysis of canned British Columbia sockeye and pink salmon. Journ. Biol. Board of Canada, II, 439—55, Toronto, 1936.
Clemens, W. A. Contributions to the Life-History of the Sockeye Salmon. Append. to Rep. Comm. Fish. for the year ended December 31st, 1935, 21—44, Victoria, B. C., 1936.
Järvi, T. H. Hajanaisia havaintoja. Suomen Kalastuslehti, XLIII, 200—12, Helsinki, 1936.
M. A. F. Salmon and Freshwater Fisheries. Report for the Year 1935. Min. Agric. and Fish., Fish. — England and Wales, London, 1936.
Nall, G. H. Notes on Sea-Trout from the Dee Tidal Nets, Aberdeen, 1935. Fish., Scotland, Salmon Fish., 1936, No. IV, Edinburgh, 1936.
New Zealand. Report on Fisheries for the Year ended 31st March, 1936. Mar. Dept., Wellington, N. Z., 1936.
Parrott, A. W., Harle, T. G. A. and Kemp, C. Artificial Propagation of Brown Trout: Hatchery Mortality. Salmon and Trout Mag., 1—15, Manchester, September, 1936.
Riddell, W. A. The nutritive value of marine products. XIII. Mineral constituents of the flesh, skin, bone and free liquor in canned British Columbia coho (blueback) salmon. Journ. Biol. Board Canada, II, 473—75, Toronto, 1936.
Schindler, O. und Wagler, E. Zur Biologie der Seeforelle (*Trutta lacustris* L.). Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. usw., XXXIII. 327—56, Leipzig, 1936.
Scotland. Final Report (July 1935) of the Furunculosis Committee. Edinburgh, 1935.
White, F. D. The nutritive value of marine products. IX. Proximate analysis of British Columbia sockeye and pink salmon. Biol. Board Canada, II, 457—60, Toronto, 1936.
White, H. C. The food of salmon fry in eastern Canada. Journ. Biol. Board Canada, II, 499—506, Toronto, 1936.
Willer, A. und Quednau, W. Untersuchungen über den Lachs (*Salmo salar* L.). Zeitschr. f. Fisch. u. d. Hilfswiss., XXXII, 533—55, Berlin, 1934.

Freshwater and Pollution.

Sweetman, H. L. and Warfel, H. E. Fish Mortality Produced by Oxygen Deficiency. Science, N. S., LXXXIV, 314—15, U. S. A., 1936.

Oysters and other Lamellibranchs.

Bachrach, E., Jullien, A., Lucciardi, N. et Richard, J. G. Actions réciproques des Diatomées, des Huîtres et du Milieu. Rev. Trav. Office des Pêches Marit., IX, 437—47, Paris, 1936.
Bell, D. J. The molecular structure of glycogen from the whole tissues of *Mytilus edulis*. Biochem. Journ., XXX, 2144—145, London, 1936.
Bonnot, P. Report of the Oyster Investigation at Humboldt Bay for 1935. California Fish and Game, XXII, 284—94, Sacramento, 1936.
Dodd, J. M., McCloy, J., Davies, H. C., Edmonds, F. B. J. and Norton, J. H. Maturity and Fecundity of One-Year-Old English Native Oysters, *O. edulis*. Nature, CXXXIX, 108—09, London, 1937.

New Zealand. Report on Fisheries for the Year ended 31st March, 1936. Mar. Dept., Wellington, N. Z., 1936.
Tully, J. P. The nutritive value of marine products. XIV. Proximate analyses of fresh British Columbia oysters. Journ. Biol. Board Canada, II, 477—84, Toronto, 1936.

Crustacea.

Bonde, C. von. The Reproduction, Embryology and Metamorphosis of the Cape Crawfish *(Jasus lalandii)* (Milne Edwards) Ortmann. Dept. of Comm. and Ind., Fish. and Mar. Biol. Survey Div., Invest. Rep. No. 6, Pretoria, 1935.
Templeman, W. The influence of temperature, salinity, light and food conditions on the survival and growth of the larvae of the lobster *(Homarus americanus)*. Journ. Biol. Board Canada, II, 485—97, Toronto, 1936.
Weymouth, F. W. and Mackay, D. C. G. Analysis of the Relative Growth of the Pacific Edible Crab, *Cancer magister*. Proc. Zool. Soc. 1936, 257—80, London, 1936.

Whales and Seals.

Friant, M. La fosse sylvienne du *Macrorhinus leoninus* L. Bull. Inst. Océanogr., No. 709, Monaco, 1936.
Richard, J. Documents sur les Cétacés et Pinnipèdes provenant des Campagnes du Prince Albert 1er de Monaco. Résult. Camp. Sci. Monaco, XCIV, Monaco, 1936.
Russia. The Marine Mammalia of U. S. S. R. Far East (Resources and Commercial Use). Trans. Inst. Fish. and Oceanogr. of the U. S. S. R. (Vniro), III, Moscow, 1936. (In Russian, German résumé).

Biological-Miscellaneous.

Cipria, G. Secondo elenco di animali in vendita presso l'Istituto Centrale di Biologia Marina di Messina. R. Com. Talassogr. Ital., Mem. CCXXIX, Venezia, 1936.
Richard, J. Notice biographique sur le Professeur Louis Jordan. Bull. Inst. Océanogr., No. 707, Monaco, 1936.
Rothschild, M. Rearing Animals in Captivity for the Study of Trematode Life Histories. I. *Larus ribibundus* L. the Black-headed Gull. Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K., N. S., XXI, 143—45, Plymouth, 1936.

Recent Publications of the International Council:

APPORTS ET PROCÈS-VERBAUX.

Vol. 100: *Part I: Procès-Verbaux (Mai — 1936).* July 1936. Kr. 3.00.
Part II: Rapport Administratif (1935—1936).
Part III: Appendices. } June 1936. Kr. 4.00.

Vol. 101: *Report of the Proceedings of the Special Scientific Meetings held in May 1936 at Copenhagen.* July 1936. Kr. 8.00.
Part I: What Physiological Problems are of Interest to the Marine Biologist in his Studies of the most important Species of Fish? Kr. 1.00.
Part II: The Measurement of Sub-marine Light and its Relationship to Biological Phenomena. Kr. 3.00.
Part III: Comparative Studies of the Fluctuations in the Stocks of Fish in the Seas of North and West Europe. Kr. 4.00.

Vol. 102: *Foreign Guests in the Baltic and Transition Areas. Scientific Report of the Baltic and Transition Area Committees.* (In preparation).

Vol. 103: *Critical Review of the Methods used for determining Nutrient Salts and Related Constituents in Sea Water.* (In preparation).

Vol. 104: *Rapport Atlantique 1934/1935.* (In preparation).

ULLETIN HYDROGRAPHIQUE *pour l'année 1935.* September 1936. Kr. 7.00.

JLLETIN STATISTIQUE *pour l'année 1934.* October 1936. Kr. 3.00.

Attention is drawn to the Series E:—

AUNE ICHTHYOLOGIQUE DE L'ATLANTIQUE NORD, of which Nos 1—16 have been issued. No. 17 is in print, No. 18 in preparation. Each, Kr. 4.00.

Table of Contents.

Page

1. **Å. Vedel Tåning.** Some Features in the Migration of Cod. 3
2. **Neal M. Carter** and **John P. Tully.** A Graphical Method for the Conversion of Chlorinity per Litre to Chlorinity per Kilogram (Cl ‰) in Sea-Water Analyses 36
3. **John P. Tully.** A Graphical Method for Calculating the Corrections on Deep-Sea Reversing Thermometers 40
4. **S. G. Gibbons** and **J. H. Fraser.** Experiments with the "Hardy" Plankton Indicator in Scottish Waters. — I. 45
5. **W. Nolte.** Die Zucht und Konservierung der Polychaetenlarven ... 51
6. Letter to the Editor by **A. E. Parr** 77
7. Reviews.. 79
8. Current Bibliography prepared by the Editor with the assistance of Miss **Thursby-Pelham**. 106

A/S L. IHRICH – COPENHAGEN